
KONSUMENTENBERATUNG
Richtig Heizen
Richtig Lüften
Energie sparen. Schimmel vermeiden.
noe.arbeiterkammer.at/energie
AK NÖ

Wichtige Tipps rund ums Heizen und Lüften
Vorschläge zur Energieeinsparung
Gesundes Wohnen ohne Schimmel

Autoren: Ing. Helmut Schafrath, AKNÖ-Konsumentenberatung
Ing. Horst Krumholz, AKNÖ-Konsumentenberatung

Ausgabe: 01/2014
Für die Durchsicht und zahlreichen Anregungen bedanken wir uns bei Koll. Andrea Rezek.

Die vorliegende Broschüre wurde nach bestem Wissen verfasst. Dennoch kann keine Haftung für die Richtigkeit und Vollständigkeit sämtlicher Informationen übernommen werden. Die allgemeinen Informationen ersetzen im Einzelfall keine intensive Beratung.

Vorwort

Bedingt durch die hohen Energiepreise und die damit einhergehenden hohen Heizkosten ist es unabdingbar, dass unsere Wohnungen bzw. Wohnhäuser nicht nur hoch wärmedämmend sondern auch entsprechend „luftdicht“ errichtet werden (müssen).

Auch der Landesgesetzgeber „zwingt“ den Hausbauer durch Gesetze (NÖ Bauordnung 1996) und Verordnungen (NÖ Bautechnikverordnung, OIB-Richtlinien) energiewirtschaftlich zu planen und zu bauen, aber auch die Förderungsbestimmungen des Bundeslandes Niederösterreich „animieren“ zum Energiesparen; so ist die Höhe der Landesförderung wesentlich abhängig vom Erreichen einer möglichst niedrigen Energiekennzahl.

Insbesondere die Luftdichtheit der Gebäude und eine nicht entsprechende Beheizung und Belüftung der Wohnungen bewirken, dass Haus- und Wohnungseigentümer vermehrt über Feuchte- und Schimmelpilzbelastung klagen.

Die Informationen in dieser Broschüre sollen Ihnen helfen physikalische Gesetzmäßigkeiten und Zusammenhänge zu erkennen bzw. vorbeugend durch entsprechende Beheizung und Belüftung der Wohnung Feuchteschäden und Schimmelbelastung zu vermeiden.

Markus Wieser
Präsident der AKNÖ

Mag. Helmut Guth
Direktor der AKNÖ

Inhalt

Einleitung

In der kalten Jahreszeit hat er Hochsaison – der Schimmel. Er wächst und gedeiht an feuchten Wänden, in Küchen, Bädern und hinter Kästen. Der Schimmel sieht nicht nur unappetitlich aus, er verursacht auch hygienische und gesundheitliche Probleme.

Die Problematik von Feuchteschäden mit Schimmelpilzbildung ist nicht wirklich neu! Grundsätzlich waren diese Erscheinungen auch schon bei alten Gebäuden vor zig-Jahren festgestellt worden, jedoch hat dieses Problem durch die wärmedämmende und extrem luftdichte Bauweise in den letzten Jahren wieder wesentlich an Bedeutung gewonnen.

Die Schimmelpilze sind in unseren Wohnungen auf breiter Front im Vormarsch. Bauliche Ausführungsfehler, bedingt durch die Unkenntnis bauphysikalischer Zusammenhänge bzw. der wirtschaftliche Druck auf die Ausführenden, aber auch die Ausstattung unserer Wohnräume so wie die oftmals nicht entsprechende Nutzung der Wohnungen, verstärken dieses Problem enorm. Die Folge sind Sachschäden, Wertminderungen von Gebäuden oder Gebäudeteilen und letztendlich auch gesundheitliche Beeinträchtigungen.

Jedes Jahr mit dem Einsetzen der kälteren Jahreszeit häufen sich bei den Konsumentenberatungsstellen die Anfragen und Beschwerden von Mietern, Wohnungseigentümern und Eigenheimbesitzern, dass die „Fenster schwitzen“, es im Keller „muffig riecht“ und Schimmel in den Raumecken, in Fensterlaibungen oder im Sesselleistenbereich aufgetreten ist.

Dass es sich dabei nicht immer um einen baulichen Mangel (ungenügende Wärmedämmung, Wärmebrücken, kapillar aufsteigende Feuchtigkeit im Mauerwerk etc.) handeln muss, belegen zahlreiche Gutachten von Sachverständigen, welche in vielen Fällen eine nicht entsprechende Nutzung der Wohnung entweder durch falsches Lüften oder Heizen festgestellt haben oder aber auch der Nutzer vom Bauträger nicht über die entsprechenden – oft auch eingeschränkten – Nutzungsmöglichkeiten informiert worden ist.

Diese Broschüre informiert Sie darüber, wie ein/e Wohnhaus/Wohnung beheizt bzw. gelüftet werden soll, sodass es gar nicht erst zu einem Schimmelpilzbefall kommen kann.

Für all jene Probleme, welche nicht oder nicht ausreichend in dieser Broschüre erörtert wurden, steht Ihnen gerne die Konsumentenberatung der NÖ Arbeiterkammer mit ihren ExpertInnen zur Verfügung.

[1]§ 34 NÖ Bauordnung - Periodische Überprüfung von Feuerstätten, (1) Feuerstätten (§ 59 Abs. 1) von Zentralheizungsanlagen mit mehr als 11 kW und sonstige Feuerstätten mit einer Nennwärmeleistung (§ 59 Abs. 1) ab 20 kW sind periodisch auf ihre einwandfreie Funktion und auf die von ihnen ausgehenden Emissionen überprüfen zu lassen.

Mit dieser Überprüfung dürfen nur befugte Fachleute betraut werden. Die Ergebnisse dieser Überprüfung sind in einem Befund festzuhalten. Dieser Befund ist für die Einsichtnahme durch die von der Baubehörde beauftragten Organe aufzubewahren oder auf Verlangen der Behörde vorzulegen.

[2]Dies sind Feuerstätten, denen die Verbrennungsluft über dichte Leitungen direkt von außen zugeführt wird und bei denen bei einem statischen Überdruck in der Feuerstätte gegenüber dem Aufstellraum kein Verbrennungsgas in Gefahr drohender Menge in den Aufstellraum austreten kann.

[3]Gasgeräte mit eingebauter Strömungssicherung, wobei die Verbrennungsluft dem Aufstellraum entnommen wird.

[4]Österreichische Vereinigung für das Gas- und Wasserfach, G 12 - Messverfahren für Verbrennungsluftzuführung

Richtig Heizen. Energie sparen.

Wenn die Tage kürzer und die Nächte länger werden, die Außentemperaturen sinken und sich eine thermische Unbehaglichkeit in den Wohnräumen bemerkbar macht, ist es notwendig, dass die Heizung in Betrieb genommen wird.

Es ist wohl kein Geheimnis, dass die Raumheizung in der Regel die meiste Energie im Haushalt verbraucht, je nach Größe und wärmetechnischem Standard zwischen 50 und 85 Prozent.

Durch geeignete Maßnahmen, wie die Anbringung kompakter Wärmedämmungen an die Außenbauteile, die Auswahl des Heizsystems, des Brennstoffes, einer intelligenten Regelung, so wie durch eine vernünftige Raumtemperierung und ein den individuellen Erfordernissen angepasstes Benutzerverhalten kann der Energieverbrauch drastisch reduziert und die Energiekosten dementsprechend gesenkt werden.

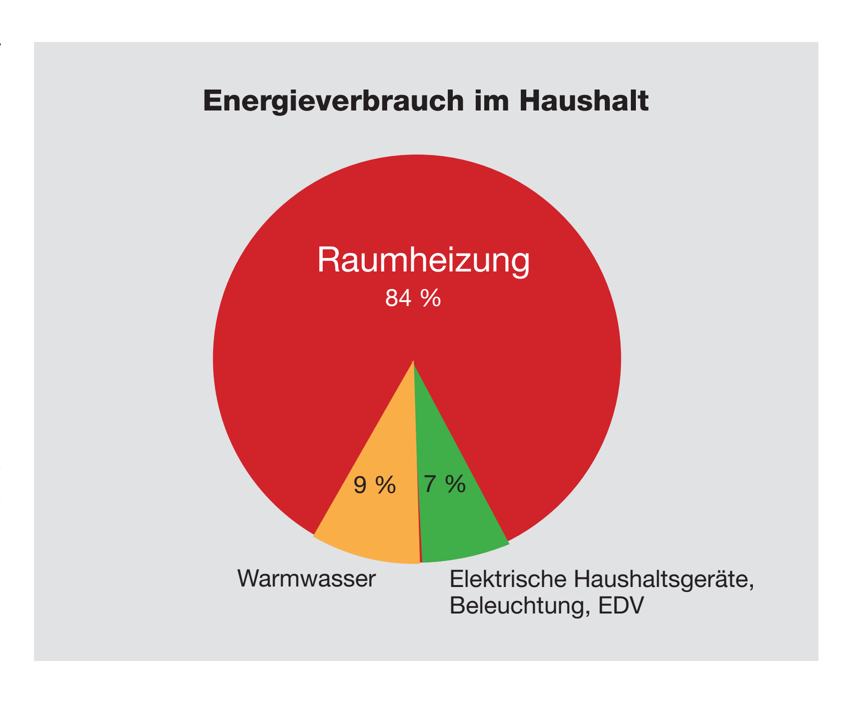


Abbildung 1 zeigt den Energieverbrauch in den Privathaushalten. Der weitaus größte Teil der Gesamtenergie wird für die Raumwärme verwendet.

Unabhängig davon welches Heizsystem bereits installiert wurde bzw. welcher Brennstoff verwendet wird, lässt sich – unter Beachtung einiger „Regeln“ bzw. durch zusätzliche technische Maßnahmen – noch einiges an Energie einsparen.

Regeln/technische Maßnahmen:

- Eine regelmäßige Servicesierung der Heizanlage verhindert ungewollten Betriebsausfall, verhindert durch falsche Geräteeinstellung einen unnötigen Mehrverbrauch an Energie und sorgt zu dem für eine geringere Schadstoffemission. Empfehlenswert, da zumeist auch preislich günstiger, ist es, eine Kontrolle und Wartung gleichzeitig mit der in der NÖ Bauordnung (§34)[1] verpflichtend vorgeschriebenen Abgasmessung durchführen zu lassen. Abhängig von der Nennwärmeleistung der Feuerstätten von Zentralheizungsanlagen ist diese Überprüfung jährlich bzw. alle zwei Jahre vornehmen zu lassen.

- Die Voraussetzung für eine möglichst saubere und schadstoffarme Verbrennung ist eine ausreichende Luftzufuhr. Diese ist bei raumluftunabhängigen Geräten[2] zumeist kein Thema, bei raumluftabhängigen Geräten[3], aber sehr wohl. Für den Verbrennungsvorgang wird permanent Sauerstoff bzw. Luft benötigt. In der Regel reicht die vorhandene Raumluft im Aufstellraum (je nach Größe) aus. Wird die Luftzufuhr von außen jedoch durch nachträgliche Wärmedämm-Maßnahmen wie z.B. neue, dicht schließende Fenster und Türen, Wärmedämmfassaden etc. eingeschränkt bzw. durch nachträglich eingebaute mechanische Entlüftungen (Dunstabzug, Badezimmerentlüfter usw.) entsprechend beeinträchtigt, kann eine einwandfreie Luftversorgung empfindlich gestört werden. Ob Verbrennungsluft in ausreichender Menge vorhanden ist, kann z.B. durch eine Messung, wie dies bei Gasfeuerstätten der Bauart B1 bereits seit November 2010 vorgeschrieben ist, (Verbrennungsluft-Messung gemäß ÖVGW-Richtlinie G12)[4], festgestellt werden. Bei diesen Gasgeräten ist im Zuge des Gas-Sicherheitschecks (diese Sicherheitsüberprüfung ist entsprechend dem NÖ Gassicherheitsgesetz alle 12 Jahre durchführen zu lassen) auch ein Nachweis über die ordnungsgemäße Verbrennungsluft-Zuführung nötig. Ob dieser Nachweis für Ihr Gasgerät erforderlich ist, wird im Zuge der Anlagenüberprüfung festgestellt.

Wird nur in ungenügender Menge Verbrennungsluft zur Verfügung gestellt, besteht die Möglichkeit, die Verbrennungsluft direkt von außen oder aus einem anderen, genügend belüfteten Raum (z.B. Keller) zuzuführen.

- Rohrleitungen, Armaturen, Flansche, Verschraubungen und Pumpengehäuse sollten – sofern die Wärmeabgabe im Keller nicht erwünscht ist - wärmegedämmt sein.

- Regeleinrichtungen, wie z.B. Thermostat-Ventile helfen die Temperaturen in den einzelnen Räumen einzustellen. Mit Raumregelgeräten samt integrierter Zeitschaltuhren kann die Heizung individuell den jeweiligen Lebensgewohnheiten und Bedürfnissen angepasst werden. Thermostat-Ventile müssen aber von der Raumluft frei umspült werden können. Sind sie hinter schweren Gardinen, Heizkörperverkleidungen und Möbeln positioniert, kann die Raumtemperatur nicht entsprechend einreguliert werden. Die Installation von so genannten Fernfühlern könnte – sofern keine andere Möglichkeit besteht – Abhilfe schaffen.

- Erwärmen sich Heizflächen (Heizkörper, Fussboden- oder Wandheizung) unterschiedlich schnell, ist der Wasserfluss im Leitungssystem nicht korrekt einreguliert. Ein **hydraulischer Abgleich**[5] sorgt für eine optimale Wärmeverteilung und verhindert dadurch ungleich temperierte Räume bzw. überhöhte Vorlauftemperaturen.

- Bei zu geringem Temperaturunterschied zwischen Vor- und Rücklauftemperatur (Faustregel: Temperaturdifferenz bei Fußbodenheizung ca. 5°C, bei einer Radiatoren-Heizung ca. 10°C) kann es hilfreich sein, die Leistung der Umwälzpumpe und damit den Volumenstrom zu verringern. Dies kann manuell (wenn die Pumpe derart konzipiert ist) am Gerät eingestellt werden, besser wäre der Einbau einer hocheffizienten Umwälzpumpe mit automatischer Drehzahlregelung. Durch integrierte moderne Technik und Anpassung an die jeweiligen Druckverhältnisse senken diese Heizungspumpen auch ganz wesentlich den Stromverbrauch.

- Das Heizsystem sollte regelmäßig entlüftet werden. Ein „Glucksen" in den Rohrleitungen oder in den Heizkörpern lässt vermuten, dass sich Luft im System befindet, die Anlage nicht vollständig vom warmen Wasser durchflossen wird und daher die Wärmeabgabe reduziert ist.

- Bei älteren Heizungen ist die Vorlauftemperatur meist zu hoch eingestellt. Dies führt in der Regel zu oftmaligem Aufheizen und damit zu hohem Energieverbrauch. Speziell in der Übergangszeit (Frühjahr und Herbst) ist eine geringere Vorlauftemperatur zumeist ausreichend. Die Anpassung der Vorlauftemperatur kann z.B. über die Einstellung der Heizkurve erreicht werden. Die entsprechende Heizkurve gibt bei einer niedrigen Außentemperatur eine hohe Vorlauftemperatur und bei einer höheren Umgebungstemperatur eine niedrigere Vorlauftemperatur vor.

- Bei längerer Nichtbenützung der Wohnung (Urlaub, Krankenhausaufenthalt etc.) sollte die Heizung – soferne eine entsprechende Regelung vorhanden ist – um 3 – 5°C zurückgedreht werden. Zeitschaltuhren ermöglichen es, die Raumlufttemperatur kurz vor Wiederbenützung wieder auf die „normale" Raumtemperatur anzuheben.
Wird das Haus oder die Wohnung auch nur tagsüber verlassen, sollte die Heizung gleichfalls nur um 2 – 3°C reduziert werden. Ein gänzliches Abschalten ist nicht ratsam, denn ein Wiederaufheizen einer völlig ausgekühlten Wohnung kostet mehr Energie und Geld, als ein durchgängiges Heizen auf niedriger Stufe.

- Unbeheizte oder weniger beheizte Räume sollten nicht durch die wärmere Raumluft anderer Räume mitbeheizt werden.
Die in der wärmeren Raumluft enthaltene Feuchtigkeit würde die relative Luftfeuchtigkeit in den kühleren, nicht beheizten Räumen sehr schnell ansteigen lassen und es würde sich unweigerlich Kondenswasser an kühlen Wand- oder Glasoberflächen bilden.

- Heizkörper/flächen nicht verstellen oder verkleiden! Die Wärmeabgabe durch Strahlung bzw. durch Konvektion wird dadurch wesentlich eingeschränkt.

- Rollläden und Außenjalousien während der Nacht und frühmorgens (in dieser Zeit sind zumeist die tiefsten Außentemperaturen zu erwarten) geschlossen halten! Über die Fenstergläser und Fensterfugen entweicht relativ viel Wärme.

---

[5]Das Heizsystem wird so eingestellt, dass jeder Heizkörper mit der optimalen Wassermenge versorgt wird. Bis zu 10 % der Heizenergie kann dadurch eingespart werden (Energieberatung NÖ, Optimierung der Heizanlage, Ratgeber 32).

Während des Lüftungsvorganges die Heizkörperventile schließen, sonst registriert das Thermostat-Ventil die Temperaturabsenkung durch die kalte einströmende Luft und wird versuchen, die eingestellte Raumtemperatur zu halten. Dies führt zu unnötigem Energieverbrauch. Hilfreich sind z.B. über Funk gesteuerte Thermostat-Ventile und/oder Kontaktschalter, welche an den Fenstern montiert werden und der Heizungsregelung signalisieren, dass ein Lüftungsvorgang durchgeführt wird und dadurch die Thermostat-Ventile rechtzeitig geschlossen werden bzw. ein Heizvorgang kurzfristig gestoppt wird.

Zur Verbrennung im Heizkessel wird die Umgebungsluft aus dem Heizungsraum angesaugt. Schmutzpartikel, die angesaugt werden, können zu Betriebsstörungen Ihrer Heizung führen.

Der Heizungsraum sollte daher zu Beginn der Heizsaison sowie während der Heizperiode bei Bedarf (z. B. nach Bauarbeiten oder nach dem Besuch des Rauchfangkehrers) gereinigt werden.

Bei Gas, Strom oder Öl betriebenen Anlagen ist die Qualität des Brennstoffes vorgegeben, wird im Normalfall regelmäßig güteüberwacht und gibt zumeist keinen Anlass zur Kritik. Feste Brennstoffe, wie Stückholz, Pellets, Hackschnitzel, Kohle etc., sind bis zu einem gewissen Grad hinsichtlich der Qualität nicht beeinflussbar.

Holz, ein seit Jahrtausenden verwendeter Brennstoff, leistet einen nicht unwesentlichen Beitrag zur Energieautarkie, ist ein nachwachsender CO2-neutraler Brennstoff und aufgrund der zur Verfügung stehenden Menge entsprechend krisensicher. Kontinuierlich durchgeführte Preiserhebungen durch die Konsumentenberatung der NÖ Arbeiterkammer haben zudem aufgezeigt, dass die jährliche Preisanhebung für Stückholz im Vergleich zu flüssigen und gasförmigen Brennstoffen relativ moderat ist. Stückholz, wie es für Stückholzkessel, Kachelöfen und Kaminöfen verwendet wird, muss aber, damit ein möglichst effizienter, Schadstoff und Feinstaub reduzierter Abbrand gegeben ist, einigen Forderungen entsprechen. Grundsätzlich sollen nur trockene, entsprechend der Größe des Feuerungsraumes klein gespaltene Holzscheite verwendet werden. Laubhölzer, wie Eiche, Buche, Birke, Ahorn, Erle usw., sind besonders gut für die Verbrennung geeignet, brennen mit ruhiger Flamme ab und bilden eine lang anhaltende Glut. Nadelhölzer, wie Fichte, Tanne, Kiefer etc., sind sehr harzreich, brennen schneller ab und neigen zum Funken sprühen.

Zusätzlich lagern sich vermehrt mechanische Rückstände auf den Heizflächen, in den Rauchzügen und in den Schornsteinen ab. Brennholz wird am besten in den Wintermonaten geschlägert und sofort, vor dem Lagern, gespalten. Je kleiner das Holz gespalten ist, desto schneller die Trocknung! Zu beachten ist, dass Brennholz mindestens 1–2 Jahre luftig, vor Regen geschützt und frei von anderen Verschmutzungen gelagert werden muss. Nach

Richtwerte für die Trocknung von Holz	
Pappel und Fichte	mindestens 1 Jahr
Linde, Erle, Birke	mindestens 1 1/2 Jahre
Buche, Eiche, Esche, Obstgehölze	mindestens 2 Jahre
Quelle: Waldwirtschaftsgemeinschaft Carnica Region Rosental	

Tabelle 1
Richtwerte für Trocknung von Holz

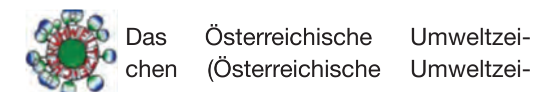
Zusammenhang von Lagerung, Wassergehalt u. Heizwert			
Zustand des Holzes	Wassergehalt	Feuchtigkeit	Heizwert kWh/kg
waldfrisch	60%	150%	2,00
1 Jahr gelagert	35%	54%	3,40
> 2 Jahre gelagert	20%	25%	4,00
Quelle: Waldwirtschaftsgemeinschaft Carnica Region Rosental			

Tabelle 2
Zusammenhang von Lagerung, Wassergehalt Heizwert

dieser Lagerzeit kann davon ausgegangen werden, dass nur noch eine Restfeuchte von 15–20% gegeben ist. Wird zu feuchtes Holz verbrannt, geht rund ein Drittel bis zur Hälfte der Energie für das Verdampfen von Wasser verloren!

Frisches Holz sollte nicht im Keller gelagert werden. Dort kann es nicht austrocknen, es stockt und schimmelt. Bestens geeignet für die Lagerung und Trocknung ist eine Holzhütte bzw. die Lagerung unter großen Dachvorsprüngen oder Vordächern.

Will man hinsichtlich der Qualität ganz sicher gehen, sollte Brennholz nach der Europanorm EN 14961 (ersetzt die ÖNORM M 7132 so wie die DIN 51731) gekauft werden.



Das Österreichische Umweltzeichen (Österreichische Umweltzeichen-Richtlinie ZU 38 Brennstoffe aus Biomasse) für Brennstoffe aus Biomasse garantiert ebenso höchste Qualität.

Auch das Anheizen und die Beschickung eines Stückholzkessels bzw. eines Kachel- oder Kaminofens sollte entsprechend den Herstellerangaben erfolgen. Wird richtig angeheizt, so werden die bei der Erhitzung des Holzes entstehenden Gase durch die heißen Flammen geführt, wo sie durch die Verbrennungshitze vollständig verbrennen.

Kennzeichen für eine rauch- und rückstandsfreie Verbrennung ist ein helles, hohes Flammenbild ohne sichtbaren Rauch, sowie eine hellgraue, feine Asche ohne weiterer Rückstände. Stark verrußte Sichtfenster, dunkle, grobe Asche mit unverbrannten verkohlten Holzresten sind ein Indiz für eine unsaubere Verbrennung.

Raumklima und Behaglichkeit

Wiewohl der Mensch sich wechselnden äußeren Klimazuständen entsprechend anpassen kann, gibt es doch einen deutlichen Bereich, innerhalb dessen er sich am wohlsten fühlt. „Thermische Behaglichkeit wird oft als der Zustand definiert, bei dem der Mensch mit seiner thermischen Umgebung zufrieden ist, sich thermisch neutral fühlt und weder eine wärmere, noch eine kältere Umgebung wünscht. Darüber hinaus sollte er an keiner Körperstelle störende lokale Abkühlung oder Erwärmung empfinden“.[6]

Behaglichkeit lässt sich nur schwer angeben, da neben der Luft viele andere Faktoren die Behaglichkeit beeinflussen, wie z.B. Alter, Geschlecht, Gesundheit, Konstitution, Jahreszeit, Art der Bewegung etc.

Die Raumlufttemperatur sollte in Abhängigkeit zur Raumnutzung stehen.

Die in der Abbildung 2 angeführten Empfehlungen werden sowohl dem Anspruch an Behaglichkeit als auch wirtschaftlichen Gesichtspunkten gerecht.

Die inneren Oberflächentemperaturen der raumumschließenden Wände, Decken, Böden, Fenster, Türen sollten im Idealfall möglichst den Raumlufttemperaturen angeglichen sein und sich daher von der Raumlufttemperatur so wenig wie möglich unterscheiden. Als Grenzwert wird im Allgemeinen eine Differenz von 1,5 bis 3°C zwischen Raumlufttemperatur und mittlerer Oberflächentemperatur angesehen.

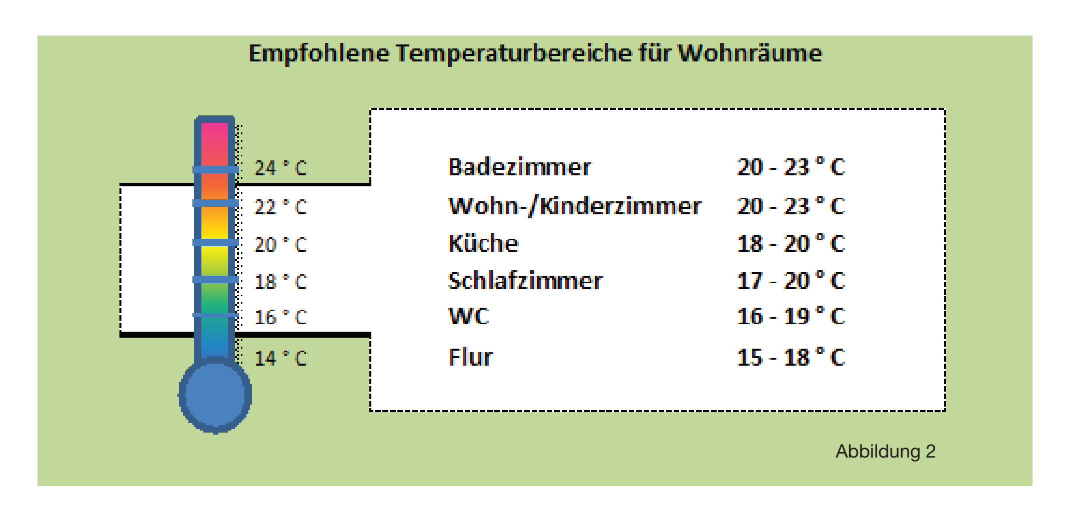


Abbildung 2

Von den vier Arten der Behaglichkeit (Behaglichkeit der Lichtverhältnisse, hygienische, psychologische und thermische Behaglichkeit) ist die letztere für den Energieverbrauch in Gebäuden am wichtigsten. Die thermische Behaglichkeit wird durch folgende Haupteinflussgrößen bestimmt:

- Lufttemperatur (in Wohnräumen)
- Oberflächentemperatur der Umschließungsflächen
- Luftbewegung
- Luftfeuchtigkeit

Wenn man bedenkt, dass durch die Senkung der Raumlufttemperatur um 1 K (°C) während der Heizperiode rund 5 bis 6 % Heizenergie und damit Heizkosten gespart werden können, erhält der Wärmeschutz der Gebäudehülle durch verbesserte Wärmedämmung eine zusätzliche Bedeutung: Heizenergie wird nicht nur dadurch gespart, dass der Wärmeverlust durch die Außenwände, oberste Geschoßdecke, Kellerdecke bzw. Bodenplatte etc. verringert wird, sondern auch dadurch, dass wegen raumseitig erhöhter Oberflächentemperaturen der Außenwände usw. die Raumlufttemperaturen ohne Verlust an Behaglichkeit abgesenkt werden können!

[6]IBO (Institut für Baubiologie) IBOmagazin 3/06, S 8, 4.1. Behaglichkeitsgleichung (Fanger Gleichung), http://www.ibo.at/documents/thermische_behaglichkeit.pdf

Um Kondensationsfeuchte an den Außenbauteilen zu vermeiden, sollten die inneren Oberflächentemperaturen bei allgemein üblichen Raumlufttemperaturen im Winter von 20 bis 22°C und einer ebenfalls häufig anzutreffenden relativen Luftfeuchte von 50 % ohnehin nicht unter 13 – 14°C liegen. Besser sind 15°C und mehr, um auch bei erhöhter relativer Raumluftfeuchtigkeit eine „Reserve“ zur Vermeidung von Kondenswasser zu haben. In neu errichteten und zeitgemäß gedämmten Gebäuden dürfte die Überschreitung von 15 °C Außenwand-Oberflächentemperatur bei sach- und fachgerechter Bauausführung kein Problem sein. In diesem Zusammenhang wird auch auf die Bestimmung des § 43 Abs.1 Ziff. 3 f NÖ Bauordnung 1996 hingewiesen, wo gefordert wird, dass das Bauwerk derart geplant und ausgeführt sein muss, dass es zu keinen Feuchtigkeitsansammlungen in Bauteilen und auf Oberflächen von Bauteilen in Innenräumen kommen darf.

Empfindlich reagiert der Mensch auf Zug (= Konvektion). Luftgeschwindigkeiten von mehr als 0,2 m/s werden in Räumen meist als unangenehm empfunden, da sie zu einer verstärkten Wärmeabgabe der Hautoberfläche und unter Umständen zu Muskelentzündungen oder Erkältungen führen.

Die Zugluft ist beim heutigen Baustandard jene Einflussgröße, welche das lokale Unbehagen nicht unwesentlich bestimmt. Untersuchungen[7] haben gezeigt, dass bei einem Niedrigenergiehaus in Abhängigkeit des Fensteranteils, Heizungssystems, der Heizkörperanordnung und der Zuluft-Öffnungspositionen schon Luftgeschwindigkeiten deutlich unter 0,1 m/s ausreichen, um bei mehr als 5 % der Wohnraumnutzer Unbehaglichkeit aufgrund des Zugluftrisikos zu erzeugen.

Zugluftwahrnehmungen unterliegen ausgesprochen hohen individuellen Schwankungen. Dabei wird nicht die eigentliche Luftbewegung bemerkt, sondern es werden bereits geringe, plötzlich auftretende Temperaturdifferenzen auf der Haut empfunden. Sie treten oft in sehr begrenzten Raumbereichen auf und werden vor allem bei sitzenden Tätigkeiten wahrgenommen. Zugluft entsteht durch Temperaturunterschiede zwischen verschiedenen Luftmassen und –strömungen. Kalte Zugluft wird naturgemäß eher als lästiger empfunden als warme. Ursachen könnten zum Beispiel offene Türen und Anlagen, kalte und ungenügend gedämmte Wände, zu große, eventuell auch nicht gut gedämmte Fensterflächen und schlechte Luftdichtigkeit durch mangelhafte Bauausführung sein.
Falls sich bei stärkerem Windanfall das Gefühl einstellt, dass es in der Wohnung „zieht“, sollte dem Problem mit einer Messung der Gebäudedichtheit (Blower-Door Test) nachgegangen werden.

Mit der Blower-Door-Messung steht ein standardisiertes Messmittel zur Verfügung, die Luftdichtheit eines Gebäudes quantitativ zu erfassen. Es wird dabei ermittelt, wie oft das Luftvolumen des Gebäudes bei einer bestimmten Druckdifferenz zur Außenluft pro Stunde ausgetauscht wird.

Um diesen Differenzdruck aufzubauen, wird in eine offene Außentür (Eingangs- oder Balkontür) ein Rahmen eingesetzt, der mit einer Folie bespannt ist. In einer Öffnung der Folie befindet sich ein Ventilator. Die Drehzahl des Ventilators wird so geregelt, dass sich ein definierter Druck zwischen Außen- und Innenraum einstellt. Um diesen Druck aufrechtzuerhalten muss der Ventilator, wie man sich leicht vorstellen kann, einen so hohen Volumenstrom fördern, wie durch Leckagen des Gebäudes entweicht. Um zu einer aussagekräftigen Kenngröße (n50) der Luftdichtheit zu kommen, wird der gemessene Volumenstrom durch das Volumen des Gebäudes geteilt. Während die Druckdifferenz aufgebaut ist (Unterdruck im Haus) können Leckagen in der Gebäudehülle leicht gefunden werden. Schon mit der bloßen Hand lassen sich die Leck-Stellen ertasten. Es zieht sozusagen aus allen Ritzen. Weitere Hilfsmittel zum Orten der Leckagen sind Rauchspender, Luftgeschwindigkeitsmesser und die Thermografie.

Die Regulierung der Raumluftfeuchtigkeit ist heute wichtiger denn je! Bedingt durch die Notwendigkeit Energie einzusparen ist es notwendig unsere Wohnungen und Eigenheime hochwärmedämmend und relativ luftdicht herzustellen. Durch diese Maßnahmen treten die negativen Auswirkungen von zu hoher Luftfeuchtigkeit in der Raumluft viel deutlicher auf.

---

[7]IBO (Institut für Baubiologie) IBOmagazin 3/06, S 9, „Ist Behaglichkeit physiologisch messbar?“. http://www.ibo.at/documents/thermische_behaglichkeit.pdf

Woher kommt die Feuchtigkeit?

Jeder Neubau – so ferne es sich um ein konventionell errichtetes Massivbauwerk handelt – muss zunächst als ein feuchtes Bauwerk betrachtet werden, da die Verarbeitung der meisten Baustoffe (z.B. Mörtel, Beton, Putz) erhebliche Mengen an Wasser erfordert. Das gebundene Wasser trocknet erst über einen längeren Zeitraum aus, wodurch beim Erstbezug ein besonders sorgsamer Umgang mit dem Gebäude notwendig ist.

Die Restfeuchte muss aus dem Gebäude ausgetrocknet werden. Sie kann nur durch erhöhte Beheizung und Belüftung der Räume nach Bezug der Wohnung abtransportiert werden. Bei Raumnutzungen mit hohem Feuchteanfall (Bad, Dusche, Küche) und guter Wärmedämmung ist es mitunter nicht möglich, durch zumutbares manuelles Lüften die Feuchtigkeit auf das notwendige Maß zu reduzieren. In diesen Fällen kann eine mechanische Be- und Entlüftung Abhilfe schaffen.

Ältere Gebäude können aufgrund ihrer langen Bestandsdauer bereits bauliche Schäden aufweisen, wodurch nicht unerhebliche Mengen an Wasser in die Bausubstanz gelangen. Es muss nicht gleich ein defektes Dach sein, auch geringfügige Undichtheiten bei Sanitär- und Heizungstechnik, aber auch mangelhaft gewartete Anschlussfugen z.B. zwischen der Badewanne oder der Dusche zum Mauerwerk führen, bedingt durch die tägliche Nutzung, zu einer anhaltenden Durchfeuchtung von Baustoffen und dadurch zu einer verdeckten Schimmelpilzbildung. Wasserdampf entsteht zu dem beim täglichen Leben. Kochen, Waschen, Duschen setzt Wasserdampf in großen Mengen frei.

Auch der Mensch gibt beim Atmen und Transpirieren Feuchtigkeit ab, Haustiere und Pflanzen reichern die Luft noch zusätzlich mit Feuchtigkeit an.

Die nebenstehende Tabelle zeigt die durchschnittliche Feuchteproduktion in Wohnungen:

Tabelle 3 zeigt recht deutlich, dass z.B. in einem Dreipersonenhaushalt durch die Wasserdampfabgabe der Personen und durch Duschen, Waschen, Wäschetrocknen, Kochen so wie durch Pflanzen, Aquarien und andere Feuchtequellen täglich etwa 6 – 12 l Wasser entstehen, die durch entsprechende Maßnahmen ins Freie abgeführt werden müssen.

Stündliche Feuchtigkeitsabgabe in Gramm/Stunde	
Mensch, leichte Aktivität	30 - 60 g/h
Mensch, mittelschwere Aktivität	120 - 200 g/h
Mensch schwere Aktivität	200 - 300 g/h
Koch- und Arbeitsvorgänge	600 - 1.500 g/h
Duschen	ca. 1.500 g/h
Baden	ca. 700 g/h
Wäschetrochnen	50 - 200 g/h
Topfpflanzen	7 - 15 g/h

Tabelle 3

Feuchtigkeit vermeiden durch kompakte Wärmedämmung

Der Wärmeverlust eines Gebäudes setzt sich aus dem so genannten Transmissionswärmeverlust (Wärmeverlust über die raum- bzw. gebäudeumschließenden Gebäudeteile) und dem Lüftungswärmeverlust (Gebäudeöffnungen, Fugen, Entlüftungsöffnungen, offene Fenster und Türen usw.) zusammen.

Wärme hat immer das Bestreben, einen Temperaturausgleich herbeizuführen und fließt dabei so lange von der wärmeren zur kälteren Seite, bis ein Temperaturausgleich erreicht ist.
Der Wärmeaustausch ist also ein physikalischer Vorgang, der nicht zur Gänze unterbunden, sondern nur gebremst werden kann, z.B. durch die Anordnung von entsprechend dicken Dämmschichten.

Nachstehende Tabelle zeigt die Wärmeleitfähigkeit verschiedener Baustoffe. Die Wärmeleitfähigkeit gibt an, welche Wärmemenge (J) im Beharrungszustand in der Zeiteinheit (1 s) durch die Flächeneinheit (1 m²) durch eine Schichte in der Dicke der Längeneinheit (1 m) bei einer Temperaturdifferenz von 1 K zwischen den normal zum Wärmestrom liegenden Oberflächen übertragen wird. Einfach ausgedrückt bedeutet dies, je kleiner die Wärmeleitzahl, umso größer das Wärmedämmvermögen des Baustoffes!

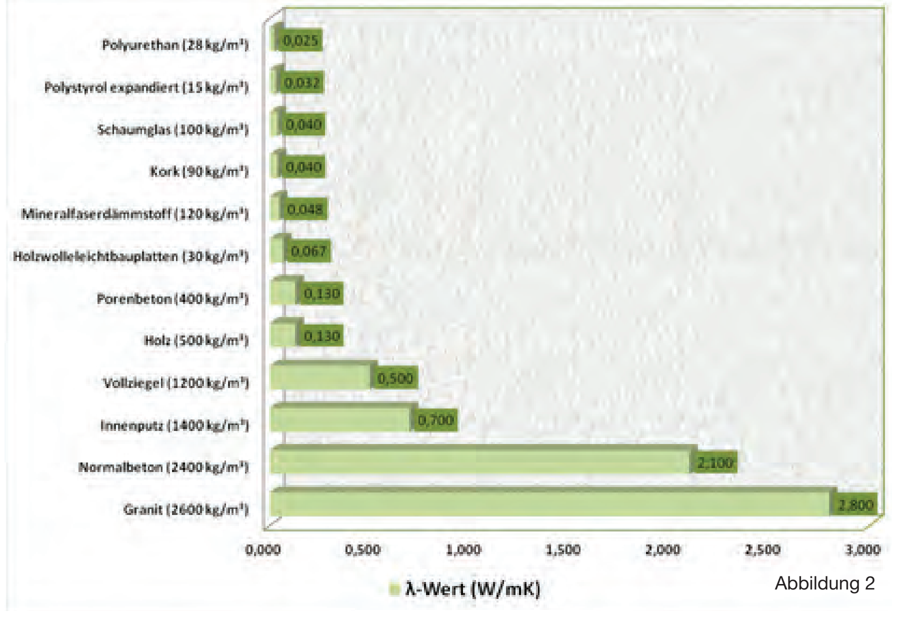


Abbildung 2

Viel mehr als der Begriff der Wärmeleitzahl ist der Begriff „U-Wert“ (früher k-Wert) in den Köpfen der Hausbauer und Wohnungsnutzer verankert. Grund genug auch diese bauphysikalische Größe etwas genauer zu betrachten und zu erklären.

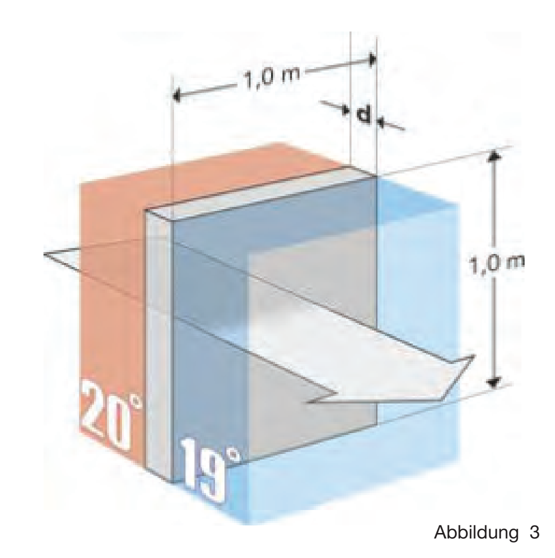


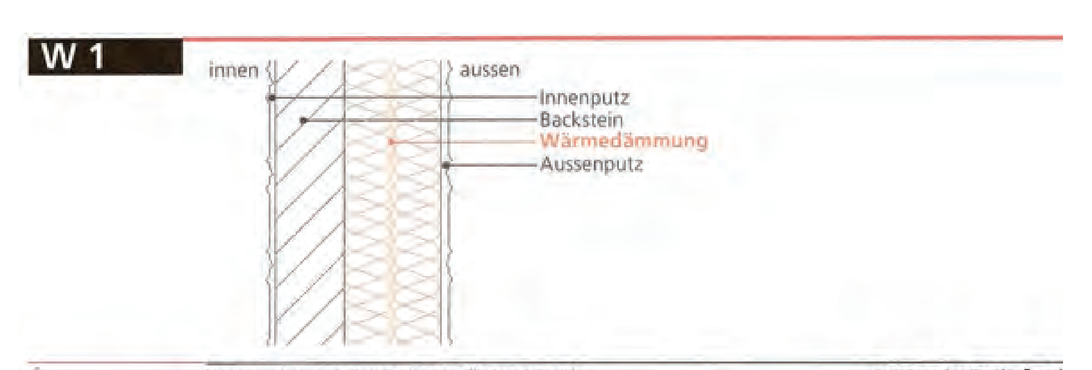
Abbildung 3

Abb. 3 Der Wärmedurchgangskoeffizient U ist ein Maß für den stationären Wärmedurchgang durch die verschiedenen Materialschichten infolge von Wärmeleitung im Bauteil sowie für den Wärmeübergang an den Grenzflächen Wandoberflächen/Luft.

Der U-Wert gibt an, wie viel Watt des Wärmestromes durch 1 m² eines Bauteils senkrecht zur Oberfläche fließt, wenn der Temperaturunterschied 1 K beträgt. Je niedriger der U-Wert eines Bauteils ist, desto besser ist seine Wärmedämmung.

Benötigt wird der U-Wert zur Berechnung der Wärmeverluste durch die Bauteile eines Hauses.

Die Abbildung 4 zeigt übersichtlich, welche Dämmstoffdicken bei unterschiedlichen Dämmstoffen und deren Wärmeleitzahlen notwendig sind, um erwünschte U-Werte z.B. einer Wand gegen Außenluft zu erreichen.



λ W/(m·K)	Wärmedämmschicht in cm (insgesamt) 10	12	14	16	18	20	22	24	26	U-Wert in W/(m²·K) 28
0.050	0.39	0.34	0.30	0.27	0.24	0.22	0.20	0.19	0.17	0.16
0.045	0.36	0.31	0.27	0.24	0.22	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15
0.040	0.33	0.28	0.25	0.22	0.20	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13
0.035	0.29	0.25	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.13	0.13	0.12
0.030	0.26	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
0.025	0.22	0.19	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09
0.020	0.18	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.09	0.08	0.07	0.07

Abbildung 4:
Wärmedämmschichten

Um einen U-Wert von 0,10 W/m²K zu erreichen, müsste man entweder 18 cm Wärmedämmung mit einer Wärmeleitzahl von 0,020 W/mK auf die in der Tabelle angeführte Wand aufbringen oder sogar 28 cm Wärmedämmung mit einer Wärmeleitzahl von 0,030 W/mK um den gleichen U-Wert zu erreichen.

Durch eine entsprechend dicke Wärmedämmung kann selbst bei sehr geringen Außentemperaturen die innere Wandoberflächentemperatur soweit angehoben werden, dass die Gefahr einer inneren Tauwasserbildung zuverlässig vermieden werden kann!

Vermeidung von Wärmebrücken

Wärmebrücken sind örtlich begrenzte Bereiche eines Bauteils mit material- oder geometrisch bedingtem erhöhtem Wärmetransport.
Während materialbedingte Wärmebrücken meist durch die statische Konzipierung eines Gebäudes bzw. die Trennung in tragende und raumbildende Elemente entstehen, sind geometrisch bedingte Wärmebrücken (z.B. Außenecken) unumgänglich. Dabei steht einem warmen inneren Oberflächenbereich eine ungleich große, kalte Außenoberfläche gegenüber. Ist die äußere Fläche größer als die Innenfläche, wird dieser mehr Wärme entzogen als im ungestörten Bereich; eine Absenkung der inneren Oberflächentemperatur ist die Folge.

Beispiele für geometrisch- bzw. materialbedingte Wärmebrücken:

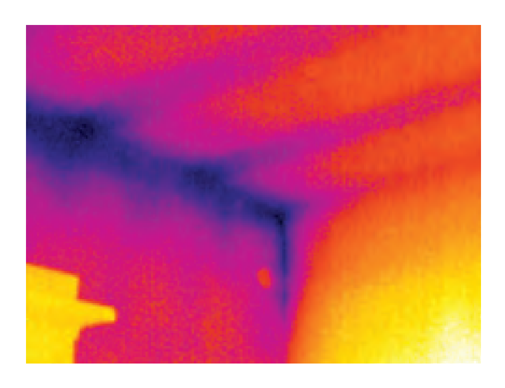


Abb. 5: Diese Infrarot-Aufnahme zeigt eine typische materialbedingte Wärmebrücke. Deutlich zeichnet sich in der Farbe Blau der betonierte Deckenrost so wie die Stahlbeton-Deckenträger ab.

Abb. 6: Deutliche Abzeichnung von mit Beton verfüllte Betonschalsteine, welche für die Verankerung des Dachstuhls (der Fußpfette) in ein Ziegelmauerwerk eingebaut wurden (materialbedingte Wärmebrücke).

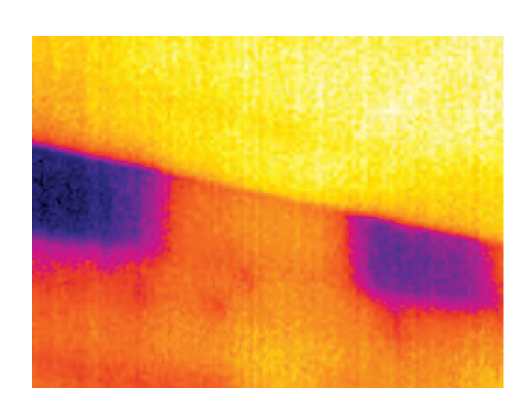


Abb. 7: Infrarotaufnahme einer vom Innenraum aufgenommenen Außenecke (geometrisch bedingte Wärmebrücke).
Der rote Bereich ist durchfeuchtet und mit Schwarzschimmel belastet.



Luftfeuchte, Taupunkt, Oberflächenkondensation

Als Luftfeuchte (auch: Luftfeuchtigkeit) wird der Anteil des gasförmigen Wassers (Wasserdampf) am Gasgemisch der Erdatmosphäre bezeichnet. Wenn die maximale Menge an Wasserdampf erreicht ist, welche die Atmosphäre aufnehmen kann, dann ist die Luft mit Wasserdampf gesättigt. Diese maximale Menge hängt von der Temperatur der Luft ab (je höher die Temperatur desto mehr Wasserdampf kann aufgenommen werden). Absolut trockene Luft kommt in der freien Atmosphäre nicht vor. Ein gewisser Anteil an Wasserdampf ist stets in ihr enthalten (zwischen 0,1 bei extremster Kälte und 4 Volumenprozent bei tropisch-heißer Luft).

Wird mit Wasserdampf gesättigte Luft unter einen bestimmten Temperaturwert, den Taupunkt, abgekühlt, dann scheidet sie flüssiges Wasser durch Kondensation aus. Dieser Effekt findet z.B. beim Beschlagen von Fensterscheiben, bei der Taubildung und ähnlichen Phänomenen statt.

Die Menge des Wasserdampfes in der Luft kann man entweder direkt in Gramm Wasser pro Kubikmeter Luft (absolute Feuchte) bzw. in Gramm Wasserdampf pro Kilogramm trockener Luft angeben (Mischungsverhältnis) oder als Relation der vorhandenen zur maximal möglichen Feuchte (relative Feuchte). So hat z.B. dieselbe bei 10°C völlig gesättigte Luft bei 20°C eine relative Feuchte von nicht einmal 50 % und ist dann also "relativ" trocken, d.h., ein Anstieg der relativen Luftfeuchtigkeit wird nicht nur durch eine Feuchtezufuhr erzeugt, sondern auch durch das Absenken der Lufttemperatur!

Trotz der geringen Luftfeuchtemenge in der Atmosphäre, kommt dieser in der Bauphysik jedoch eine große Bedeutung zu.
Aus Gründen der Behaglichkeit und der Gesundheit soll die relative Luftfeuchte 40 – 60 % betragen. Zu feuchte Luft kann sich nachteilig auf das Gebäude (mögliche Bildung von Kondensat), zu trockene Luft sich nachteilig auf

das körperliche Wohlbefinden auswirken. Zu feuchte Luft bewirkt, dass die Hautverdunstung zunimmt, man beginnt zu schwitzen. Feuchter Staub ist zu dem ein Träger von Bakterien und Krankheitserregern.



Abbildung 8

Wird ein ausgekühlter Raum wieder beheizt, so steigt die Lufttemperatur im Raum ziemlich schnell an. Die Oberfläche der Wände, Decken usw. erwärmt sich aber in der Regel (Massivbauweise) wesentlich langsamer. Dabei kommt es vor, dass die Temperatur der Wand- oder Deckenoberfläche eine gewisse Zeit unter der Taupunkttemperatur der Raumluft liegt und auf diesen Flächen Tauwasser anfällt. Erst einige Zeit nach Beginn des Heizens, wenn die Oberflächen genügend warm geworden sind, hört der Tauwasseranfall auf. Voraussetzung hierzu ist, dass die Außenbauteile eine genügend große Wärmedämmung aufweisen, so dass während der Dauerbeheizung kein Tauwasserniederschlag auf den Innenoberflächen erfolgen kann (siehe Hinweis „Richtig Heizen!“).

Dicht an der Außenwand stehende Möbel wirken als überdimensionierte Innendämmung. Dabei wird der Taupunkt, und somit auch kondensierte Feuchtigkeit, auf die Innenseite der Außenwand, im ungünstigsten Fall sogar in den Möbelinnenraum hinein verlegt. Die Folgen können Schimmelbildung, Modergeruch oder schädigende Einwirkungen auf die im Schrank hängenden Kleidungsstücke sein. Möbel, ganz besonders Einbauschränke, müssen deshalb genügend von der Außenwand abgerückt sein und ausreichend von der Raumluft umspült werden!
Besonders gefährdet sind auch die für die Durchströmung mit Raumluft „toten“ Winkel zwischen eng an Außenwände angeordnete Schränke!

Richtig Lüften

Die Lüftung stellt das wirksamste Mittel dar, um die Feuchtigkeit aus der Wohnung zu entfernen. Einen Luftaustausch vom Innenraum nach außen über baulich intakte Wände, wie fälschlicherweise manchmal angenommen, gibt es nicht. Der gern in diesem Zusammenhang verwendete Begriff der „atmenden Wände“ ist lediglich im Zusammenhang mit der Feuchteregulation (Feuchtepufferung, Diffusion[8]) zu sehen. Durch eine entsprechende Lüftung, vor allem im Winter enthält die Außenluft auch bei hoher relativer Luftfeuchte eine geringe absolute Feuchte, kann man die Feuchtigkeit im Innenraum daher gut verringern. Wird z.B. wasserdampfgesättigte Außenluft mit einer Temperatur von 5°C in einen Innenraum eingebracht und mit einer Temperatur von 20°C und einer relativen Feuchte von 60 % wieder hinaus gefördert, dann werden je kg Luft 3,2 g Wasser nach außen transportiert.

Der zur Abfuhr von Feuchtigkeit erforderliche Luftaustausch lässt sich berechnen, wenn bekannt ist, wie viel Wasser anfällt. In einem Dreipersonenhaushalt (siehe Kapitel 4.0. „Woher kommt die Feuchtigkeit ?“) werden durch die Wasserdampfabgabe der Personen und durch Duschen, Waschen, Wäschetrocknen, Kochen etc. täglich etwa 10 plus/minus 4 kg Wasser freigesetzt. Um 10 kg Wasser aus einem Haus abzuführen, müssen bei dem im Beispiel angeführten Voraussetzungen (Abtransport von 3,2 g Wasser pro kg Luft) 10/0,0032 ≈ 3.000 kg Luft durch das Gebäude gefördert werden. Im Regelfall bezieht man den Luftaustausch auf das

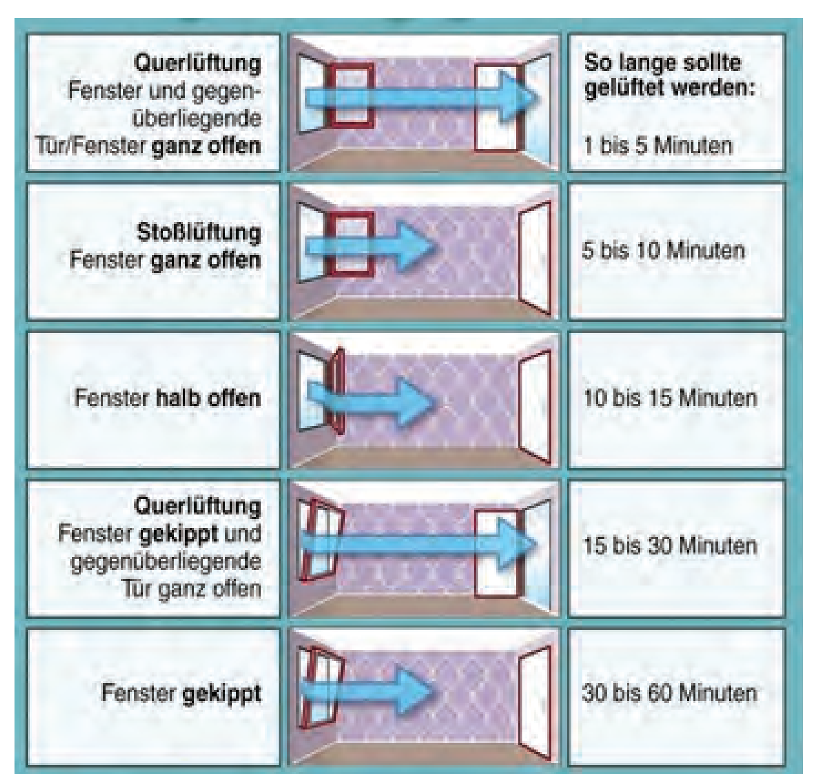
[8]Diffusion ist ein physikalischer Prozess, der zu einer gleichmäßigen Verteilung von Teilchen und somit zur vollständigen Durchmischung zweier oder mehrerer Stoffe führt.

Gebäudevolumen. Wenn das Gebäude ein Volumen von 360 m³ (ca. 140 m² Fläche x 2,60 m Raumhöhe) und damit einen Luftinhalt von ca. 400 kg (1 m³ Luft wiegt ca. 1,2 kg) hat, muss dieser Luftinhalt mindestens 7 mal (7 x 400 kg = 2.800 kg Luft) täglich ausgetauscht werden, um die 10 kg Wasser abzutransportieren. Positiver Begleitumstand ist das gleichzeitige Abführen von Innenraumverunreinigungen, wie z.B. Kohlendioxid, Kohlenmonoxid, Radon, Stickoxide aber auch Feinstäube.

Luftfeuchtewerte von 40 – 60 % sind als „normal“ anzusehen. Stellt man durch einen Blick auf das Hygrometer fest, dass die obere Grenze überschritten ist bzw. beginnt der untere Glasbereich bei den Fenstern „anzulaufen“, ist es notwendig die Raumluft auszutauschen.

Die Fensterlüftung ist – sieht man von einer kontrollierten Wohnraumlüftung (Komfortlüftung) ab - die einfachste und effektivste Art der Lüftung. Mit der Fensterlüftung kann ganz gezielt und in kurzer Zeit ein großer Luftaustausch geschaffen werden. Die Lufttemperatur, die Luftfeuchtigkeit und die Luftqualität lassen sich dadurch individuell regeln.

Abb.9. Fensterlüftung
Kleinere Räume benötigen eine kürzere, größere Räume eine längere Lüftungszeit.



Untersuchungen haben aber gezeigt, dass bereits kurz nach dem Lüftungsvorgang die Feuchtigkeit schnell wieder auf eine für das Gebäude typische Ausgleichsfeuchte ansteigt, obwohl z.B. alle Bewohner aus dem Haus gehen. Dieser rasche Wiederanstieg ist durch die Pufferwirkung der Oberflächen zu erklären. Deren Feuchtigkeitsgehalt steht im Gleichgewicht mit dem durchschnittlichen Feuchtigkeitsgehalt der Raumluft. Bei erhöhter Luftfeuchtigkeit wird die Feuchte von den Oberflächenmaterialien aufgenommen, bei niedriger Luftfeuchtigkeit wird sie wieder bis zum erneuten Einstellen des Gleichgewichtes abgegeben (Puffereffekt).

Baustoffe besitzen unterschiedliches Vermögen, Feuchtigkeit aufzunehmen. Je mehr Hohlräume und Poren ein Material besitzt, umso höher ist dessen Feuchtigkeitsaufnahmevermögen. Gips, Holz, Ziegel und Naturfaserteppiche nehmen Feuchte gut auf, Glas, Metall, Kunststoffe und versiegelte Oberflächen hingegen nicht.

Die nebenstehende Abbildung informiert über die Möglichkeiten der Fensterlüftung und gibt einen Überblick über die mittleren Lüftungszeiten an.

Bei der Kipp/Spaltlüftung wird das Fenster nur zu einem gewissen Teil geöffnet. Bei den Standard-Dreh/Kipp-Fenstern wird in der Regel der Flügel gekippt. Durch die Spaltlüftung wird nur ein bedingter Luftaustausch erzielt, das hat zur Folge, dass über lange Zeiträume gekippt wird, was in der kühlen Jahreszeit mit Energieverlusten verbunden ist. Durch die stärkere Auskühlung der Fensterlaibung und des Fenstersturzes ist die Gefahr von Tauwasserschäden noch größer!

Die wesentlich effektivere Art die Raumluft auszutauschen ist die Stoßlüftung. Der Fensterflügel wird dabei komplett geöffnet und die Raumluft wird innerhalb von wenigen Minuten ausgetauscht. Bei der Stoßlüftung werden auch die Energieverluste minimiert. Dadurch, dass der Luftaustausch sehr rasch stattfindet, tritt keine Auskühlung der Bauteile auf.

Bei der Querlüftung geht der Luftaustausch noch schneller vonstatten. Schon innerhalb von

1 – 5 Minuten wird die Raumluft komplett ausgetauscht. Dazu müssen alle Fenster und Türen geöffnet werden, so dass ein Durchzug entsteht. Normalerweise reicht es nicht aus, einmal am Tag stoß- oder quer zu lüften. Zur kontrollierten Feuchteabführung muss der Vorgang mehrmals täglich wiederholt werden.

Wird zum Lüften von verhältnismäßig kühlen Räumen (Keller- und Abstellräume) warme Außenluft benutzt, so können sich beträchtliche Feuchtigkeitsmengen als Tauwasser auf den Raumbegrenzungen so wie auf den eingelagerten Gegenständen niederschlagen. Dies geschieht, sobald die Temperatur unter den Taupunkt der hereingelassenen, häufig feucht-warmen Luft, liegt. So hat z.B. Außenluft mit einer Temperatur von 25°C und einer relativen Feuchte von 70 % ihren Taupunkt bereits bei 19,1°C.

Das heißt in der Praxis: Kellerräume sollten bei einer hohen Außenlufttemperatur und Luftfeuchte nicht gelüftet werden! Oftmals besteht in den Sommermonaten die Möglichkeit eine entsprechende Lüftung während der Nacht durchzuführen.

Im Bad sollte, insbesondere bei Räumen mit ungenügender Lüftungsmöglichkeit, nach dem Duschen das Wasser von Wänden und Boden entfernt werden. Es braucht dann nicht mehr durch Lüftung abgeführt zu werden. Nach dem Duschen sollte man die Fenster im Bad (soweit vorhanden) kurzzeitig weit öffnen. Da nasse Handtücher und Wände im Badezimmer – trotz kurzzeitigen Lüftens – noch viel Wasser enthalten können und sich damit längerfristig eine zu hohe relative Feuchte im Raum einstellt, kann es hilfreich sein, die Türen zu anderen beheizten Räumen nach dem Lüften offen zu halten.

Bei kleinen fensterlosen Räumen empfiehlt sich außerdem die Installation einer möglichst über Feuchtesensoren gesteuerten, mechanischen Entlüftung. In der Küche kann durch einen Dunstabzug mit Abführung der Abluft ins Freie viel Feuchtigkeit aus dem Raum entfernt werden. Ein solcher Abzug ist überdies unter dem Gesichtspunkt der Abführung von Kochdünsten und – beim Kochen mit Gas – von Verbrennungsgasen sinnvoll. Dunstabzugshauben mit Umluft-Führung sind zur Verringerung der Luftfeuchtigkeit in der Küche nicht geeignet.
Der große Nachteil der Fensterlüftung ist, dass das Verständnis und Handeln des Bewohners unabdingbar ist. So können, abhängig vom Empfinden jedes Einzelnen, enorme Unterschiede beim Lüften auftreten. Bei Menschen mit großem Frischluftbedürfnis bleiben die Fenster oft den ganzen Tag gekippt; das führt zu einem unkontrollierten Energieverlust und zu starker Auskühlung des Gebäudes.

Sehr häufig wird aber zu wenig gelüftet! Das Lüftungsverhalten der Wohnungsnutzer entspricht zumeist dem, was für Berufstätige möglich ist: sie lüften morgens und abends. Diese zu geringen Luftwechselraten in Kombination mit einer relativ dichten Gebäudehülle und einem allfällig übersteigerten Energieeinsparungsdenken sind zumeist die Voraussetzungen für die bekannten Feuchteschäden und der einhergehenden Schimmelbildung.

Kontrollierte Wohnraumlüftung bzw. Wohnraumlüftung mit Komfort

Wohnraumlüftungen sind in neu errichteten Wohnhäusern noch nicht allgemein üblich. Eine so genannte Komfortlüftung – nicht zu verwechseln mit einer Klimaanlage – ist an sich nur dafür vorgesehen, verbrauchte Innenraumluft durch frische, auf Behaglichkeitsniveau vorgewärmte Außenluft zu ersetzen.

Diese maschinelle Lüftung arbeitet frei von meteorologischen Einflüssen, ist unabhängig von der Jahreszeit und garantiert daher kontinuierliche Frischluftzufuhr auch bei geschlossenen Fenstern. Die für einen Wohnraum mit Fensterlüftung typischen Tag- und Nachtspitzen im Feuchte- und Schadstoffprofil können bei der kontrollierten Lüftung (mit Wärmerückgewinnung) nicht mehr ausgemacht werden.

Dieser Effekt ist durch den permanenten Luftaustausch erklärbar, welcher Oberflächenbeladungen mit Feuchtigkeit und somit die Rückpufferung des Luftfeuchtigkeitsgehaltes verhindert. Eine Wohnraumlüftung mit Komfort erhöht dadurch den Wohnkomfort, vermeidet zuverlässig Feuchteschäden und schützt vor Außenlärm. Gerade an stark befahrenen Straßen oder im innerstädtischen Bereich kann diese Art der Wohnraumlüftung ein wahrer Segen sein.

Durch den Einbau von Grob- und Feinfilter fördert sie gereinigte Luft in die Räume, zusätzlich eingebaute Pollenfilter sorgen dafür, dass die für Allergiegeplagte unangenehmen Pollen aus der Zuluft herausgefiltert werden.

Das Wirkprinzip einer Komfortlüftung ist relativ einfach erklärt: Verbrauchte, mit Feuchtigkeit und Schadstoffen angereicherte Luft wird aus sogenannten Unterdruckräumen (Bad, WC, Küche, …) abgesaugt und frische, gereinigte und entsprechend vorgewärmte Außenluft über Überdruckräume (Wohnraum, Schlafräume,..) eingeleitet. Die Vortemperierung im Winter kann entweder über die Wärmeenergie aus der Abluft oder durch ein Rohrsystem im Erdreich, das sogenannte Erdregister, erfolgen.

Im Wesentlichen setzt sich eine Komfortlüftung aus drei Komponenten zusammen: Das Lüftungsgerät, welches alle wesentlichen Elemente wie Klappen, Luftfilter, Ventilatoren und Wärmetauscher eingebaut hat, der Luftführung und den Kanälen, welche die Abluft entsorgen bzw. für die notwendige Frischluftzufuhr sorgen und die für die Vortemperierung notwendige Wärmerückgewinnung.

Die passive Rückgewinnung der in der Abluft enthaltenen Energie erfolgt über Kreuz-, Gegenstrom- oder Kreuz/Gegenstrom-Wärmetauscher. Der erforderliche Energieaufwand für die Vorwärmung der Außenluft ist relativ klein. Die Nachheizung kann bei Bedarf über eine elektrische Erwärmung im Lüftungsgerät oder das Heizsystem erfolgen.

Die oft von den Herstellern angegebenen Wärmetauscher-Wirkungsgrade von 80 bis 90 % sollten nicht überbewertet werden, da es sich um Wirkungsgrade unter idealen Prüfbedingungen handelt. Realistisch kann rund 65 % der Wärme zurückgewonnen werden. Bei sehr niedrigen Außentemperaturen kann der Wärmetauscher vereisen, eine Vorwärmung der Frischluft ist daher ratsam.

Die angesaugte Frischluft kann, wie bereits angeführt, zusätzlich über einen Erdwärmetauscher, der etwa um das Haus in ca. 1,5 m Tiefe geführt wird, vortemperiert werden. Die relativ konstante Temperatur des Erdreichs liegt im Sommer bei ca. + 12°C, im Winter bei ca. + 6°C. Damit soll im Sommer die Frischluft abgekühlt und im Winter vorgewärmt werden. Besonderes Augenmerk ist auf die sorgsame Planung und Ausführung zu achten, damit später das Kunststoffrohr im Boden nicht mit Grundwasser oder Kondenswasser vollläuft und die Frischluftzufuhr unterbindet. Der Kühl- und Vorwärmeffekt dieser Lösung darf aber keinesfalls überbewertet und schon gar nicht mit einer Klimaanlage verglichen werden.

Bei der aktiven Wärmerückgewinnung mittels einer Wärmepumpe wird die Fortluft über einen Verdampfer einer Wärmepumpe geführt und dabei auf ein für Heizzwecke nutzbares Niveau angehoben. Die gewonnene Energie wird je nach Konzept für Trinkwassererwärmung, Frischlufterwärmung oder zur Beheizung genutzt. In KWL-Anlagen kommen Luft/Luft- und Luft/Wasser-Wärmepumpen zur Anwendung. Beson-

ders interessant sind Kombinationen passiver und aktiver Wärmerückgewinnung.

Die Raumluftfeuchtigkeit kann in den Wintermonaten bei sehr kalten Außentemperaturen unter die Behaglichkeitsgrenze von 30 % relative Luftfeuchtigkeit absinken. Die Nutzer von Komfortlüftungsanlagen müssen sich daher rechtzeitig um zusätzlich alternative Luftbefeuchtung in dieser Zeit informieren. Ein zu viel an regelmäßiger künstlicher Luftbefeuchtung über z.B. elektrische Luftbefeuchter kann aber zu Schimmelbildung der Filter im Lüftungsgerät oder möglicherweise an anderen Stellen im Luftkanalsystem führen.

Die Öffnungen für Außen- und Fortluft sollten zumindest einen Abstand von 2 m aufweisen oder gar über eine Hausecke getrennt sein. Damit soll ein Lüftungskurzschluss vermieden werden. Die Windrichtung ist zudem zu beachten. Für das anfallende Kondenswasser ist ein Anschluss mit Siphon vorzusehen (Ausnahme: Geräte mit Rotationswärmetauscher).

Für den notwendigen Filterwechsel und Wartung sollte das Gerät gut zugänglich sein.

Eine häufige Ursache für Reklamationen bei Komfortlüftungen sind auftretende Schallprobleme. Das Lüftungsgerät ist unbedingt schwingungsgedämpft zu befestigen. Ventilator-Geräusche werden über Geräteschalldämpfer reduziert. Diese sind in die Zu- und Abluft-Leitung unbedingt unmittelbar nach dem Lüftungsgerät zu installieren. Sprach- und andere Geräuschübertragung bei angrenzenden Räumen werden mittels Telefonie-Schalldämpfer, die in den Lüftungskanälen sitzen, vermieden.

Die Zu- und Abluft-Leitung dient der Versorgung der Wohnräume und kann durch relativ kleine Kanalsysteme hergestellt werden. Kanalquerschnitte von minimal 80 mm sind möglich. Queren Zu- und Abluft-Kanäle unbeheizte Räume, so müssen die Luftkanäle gedämmt werden. Außen- und Fortluftkanäle sind wesentlich größer dimensioniert und müssen schwitzwasserfest isoliert werden.

Bei der Inbetriebnahme ist die Lüftungsanlage sorgfältig einzumessen und einzustellen. Gesichert werden sollte dabei, dass an den einzelnen Luftdurchlässen die geplanten Volumenströme gefördert werden.

Ein den äußeren Umständen angepasster Filterwechsel ist unumgänglich, wobei die Filter nicht ausgeblasen oder gewaschen werden, sondern sofort entsorgt und durch neue ersetzt werden müssen. Für allfällig erforderliche Reinigungsmaßnahmen sind Kontroll- und Einbringungsöffnungen vorzusehen.

Wohnräume mit offenen Feuerstätten, welche nicht raumluftunabhängig betrieben werden, dürfen nicht in die Zentrallüftung eingebunden werden. Gemeinsam darf etwa eine Küchen-Dunstabzugshaube nur im Umluft-Betrieb z.B. als Entfetter betrieben werden. Ein serienmäßiger Schutzschalter gegen Unterdruck ist für Lüftungsanlagen zu empfehlen.

Schimmelpilze im Wohnraum

Jeder kennt ihn, viele hatten bislang Probleme mit ihm und manche kämpfen seit Jahren erfolglos gegen ihn an: Schimmelpilz. Sehr häufig tritt Schimmelpilz im Laibungsbereich von Türen und Fenstern auf, aber nicht weniger oft ist er dort anzutreffen, wo Außenwände und eine Geschoßdecke eine Ecke bilden, auch hinter Sockelleisten und Schränken fühlt er sich wohl.

Oftmals entwickeln sich Schimmelpilze aber im Verborgenen. Ein modriger, muffiger Geruch oder erste dunkle Flecken hinter dem Mobiliar weisen auf das bestehende Problem hin. Bei Verdacht auf Vorliegen eines verdeckten Schimmelpilzbefalls sollten die betroffenen Räume genauer untersucht werden. Falls erforderlich, müssen sogar Hohlräume hinter Verkleidungen/Verschalungen, abgehängten Decken oder Leichtbauwände freigelegt werden, um an die Schimmelpilzquelle zu gelangen.
Werden Schimmelpilzquellen entdeckt, muss den Ursachen für den Schimmelpilzbefall nachgegangen werden. Erst danach sollte der befallene Bereich sach- und fachgerecht saniert werden, wobei neben der Entfernung des Schimmelpilzes in jedem Fall die Ursachen bekämpft werden müssen.
Schimmel ist ein Mikroorganismus, der zur Familie der Pilze gehört. Das medizinische Wörterbuch, der „Pschyrembel", definiert Schimmelpilze folgendermaßen:
Saprophytäre (von griechisch: sapros – faulig, von abgestorbenen organischen Substanzen lebend) Pilze, die zu verschiedenen systematischen Gruppen gehören (Fungi), überziehen organische Substrate mit einem watte- bis mehlartigen, weißen oder farbigen sporulierenden Myzel.

Schimmelpilze sind also Pilze, die typische Pilzfäden und Sporen ausbilden können und dadurch als (oft gefärbter) Schimmelbelag sichtbar werden. Sie bilden in der Wachstumsphase Zellfäden, das sind mikroskopisch, kleine, lange, dünne, vielfach verzweigte Pilzfäden (Hyphen), deren Gesamtheit man als Myzel bezeichnet.

Wachstum und Ausbreitung von Schimmelpilzen

Schimmelpilze sind ein natürlicher Teil unserer Umwelt, kommen in zig-tausend verschiedenen Arten vor und sind daher auch in unseren Innenräumen vorhanden. In der Natur erfüllen sie wichtige Aufgaben, indem sie zusammen mit anderen Pilzen und Bakterien wesentlich zur Verrottung organischer Materialien beitragen. Ihre Sporen sind fast überall zu finden. Da unsere Atemluft Pilzsporen enthält, sind wir je nach Jahreszeit und Witterung ununterbrochen Konzentrationen an unterschiedlichen Schimmelpilzpartikeln ausgesetzt, nicht nur im Freien sondern auch in unseren Wohnungen.

Der Sporenflugkalender zeigt an, in welchen Monaten die Belastung mit Sporen der wichtigsten allergieauslösenden Schimmelpilze am größten ist (Patientenratgeber „Allergene im Wohnbereich", ALK-Abello` Allergie-Service GmbH, www.alk-abello.at).

Sporenflugkalender – Schimmelpilzbelastung im Jahresverlauf												
	Jan.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Aspergillus	++	+	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	++	++
Mucor	(+)	(+)	(+)	(+)	+	++	++	++	++	++	+	(+)
Penicillium	++	++	+	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	+	++	++	++
Cladosporium					+	(+)	++	++	(+)	+		
Alternaria					+	(+)	++	++	(+)	+		
Rhizopus			(+)	(+)	+	++	++	++	++	+	(+)	

Tabelle 5

++ starke Belastung; + mäßige Belastung; (+) sporadische Belastung

Sporenbildung bei Mikroorganismen wie Bakterien und Pilze

Ausgehend davon, dass nicht jedem Wohnungsnutzer die in der Tabelle 5 angeführten Schimmelpilze bekannt sein dürften, nachstehend eine Kurzbeschreibung der Art, des für die Vermehrung und Wachstum bevorzugten Substrates und des Vorkommens.

Cladosporium[10] . Cladosporium-Arten kommen bevorzugt in Sumpfgebieten, im Wald und in Gärten vor, da sie gerne auf verfaulten Pflanzen bzw. auf Laub wachsen. Außerdem trifft man sie in Gewächshäusern, in schlecht gereinigten Kühlschränken und Lebensmitteln an. Auch auf Textilien, z. B. Leinenstoffen, wächst Cladosporium.



Abb.10: Cladosporium

Sie sind die häufigsten Schimmelpilze der Außenluft und in nahezu allen Teilen der Erde mit Ausnahme der polaren Regionen zu finden. Cladosporium-Arten können im Sommer bis zu 90 % aller luftgetragenen Schimmelpilze der Außenluft ausmachen. Cladosporium zählt zu den sog. Schwärzepilzen (Dematiaceae), da sich die Sporen und Teile der Hyphen durch Melanin-Einlagerungen braun bis schwarzbraun anfärben. Diese Schimmelpilze kommen auch sehr häufig im Innenraum vor, wo sie neben anderen Schwärzepilzen wie z. B. Alternaria, Curvularia oder Ulocladium zu schwarzen Verfärbungen auf Mauerwerk und Einrichtungsgegenständen führen können.

Aspergillus. Aspergillus-Arten wachsen gerne auf Baumwollstoffen, aber auch auf Hanf, Jute und Kapok[11], auf Polstermöbeln und Schaumstoffmatratzen. Man findet sie auf Früchten, Gemüse, in Mehl, Nüssen, Marmelade, Brot, Heu und Silage-Futter, aber auch auf Tierkot (Vogelhaltung!), Holz, Papier und Tapeten. Im Badezimmer und in allen feuchten Ecken des Hauses (z. B. Keller) sowie in feuchter Blumenerde über Heizungen fühlen sie sich besonders wohl.

Besonders zu erwähnen ist der wärmetolerante Aspergillus fumigatus (Wachstumsoptimum bei 37°C bis 43°C). Er wächst auf Brot, welches er

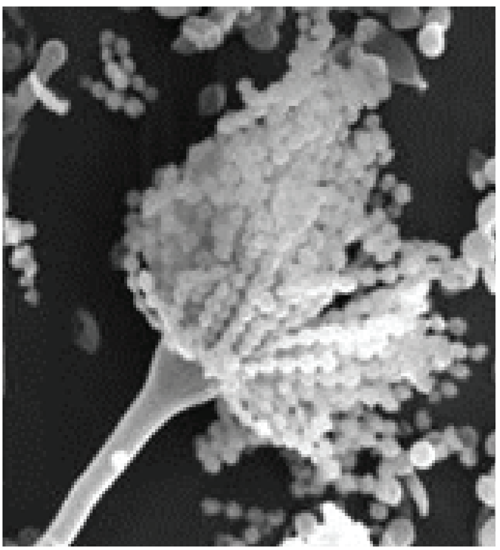


Abb.11: Aspergillus

mit seinem bläulich-grünen Rasen überzieht. Später verfärbt er sich rauchbraun. Aspergillus befällt weitere Nahrungsmittel wie Gewürze, (z.B. schwarzen Pfeffer), Gerste, Mais, Reis und Fruchtsäfte.

Manche Aspergillus-Arten bilden Stoffwechselprodukte, die für den Menschen sehr giftig sind (Mykotoxine[12], z. B. Aflatoxin, Fumagillin, Gliotoxin) und können deshalb Lebensmittelvergiftungen verursachen. Bei abwehrgeschwächten Menschen kann Aspergillus auch allergische Reaktionen auslösen oder sogar Organe wie Lunge, Magen, Darm und das Nervensystem befallen. Die durch Aspergillus hervorgerufenen Krankheitsbilder werden unter der Bezeichnung Aspergillosen zusammengefasst. Aspergillus wird aufgrund der Form der Fortpflanzungsorgane auch Gießkannenschimmel genannt, weil diese an den Kopf einer Gießkanne beim Gießen erinnern.

[10]Beschreib. der Schimmelpilzarten (Cladosporium-Rhizopus nigricans), entnommen aus http://www.schimmel-schimmelpilze.de

[11]Kapok (von malaiisch kapuk), auch Pflanzendaunen genannt, ist die Hohlfaser des Kapokbaumes (Ceiba pentandra). Sie stammt aus den langen Fasern der Früchte des in den Tropen wachsenden Baumes. Die Faser selbst ist glatt, transparent mit großem Lumen und dünner Zellwand. Die durchschnittliche Länge der Faser beträgt 19 mm, die durchschnittliche Faserbreite ist 19 µm.(Quelle: Wikipedia-Die freie Enzyklopädie)

[12]Mykotoxine sind von Schimmelpilzen gebildete Sekundärwechselprodukte , die toxische Wirkungen, vor allem gegenüber Tieren und Menschen haben bzw. eine Mykotoxikose (Vergiftungen durch Schimmelpilzgifte) verursachen.
http://www.vis.bayern.de/ernaehrung/lebensmittelsicherheit/unerwuenschte_stoffe/mykotoxine.htm

Alternaria. Alternaria-Arten kommen bevorzugt in Sumpfgebieten, im Wald und in Gärten vor, da sie gerne auf verfaulten Pflanzen bzw. auf Laub wachsen. Im Haushalt findet man sie vor allem auf Mehl, Obst und Gemüse. Sie wachsen aber auch auf verschiedenen Textilien, z. B. Leinenstoffen sowie Tapeten und Anstrichen.

Alternaria kann allergische Reaktionen wie z. B. Fließschnupfen, Husten, Niesanfälle, Nesselfieber oder Asthma auslösen. Da Schimmelpilze der Gattung Alternaria oftmals auf trockenen Pflanzen und Getreide wachsen, sollten besonders empfindliche Personen deshalb Gartenarbeit (vor allem Rasenmähen) oder Spaziergänge über Wiesen und Felder insbesondere in den Monaten Mai - September vermeiden. In den Monaten Juli und August bilden Alternaria-Arten aufgrund der Witterungsverhältnisse besonders viele Sporen aus, die dann über den Wind verbreitet werden.

Abbildung 12: Alternaria



Einige Alternaria-Arten, wie zum Beispiel Alternaria alternata, bilden Mykotoxine wie Tenuazonsäure, Altenuen, das pflanzenpathogene Tentoxin, Alternariol und andere.

Penicillium notatum (= chrysogenum) gehört wie Aspergillus fumigatus und Mucor spezies zu den Vertretern, die für ganzjährige allergische

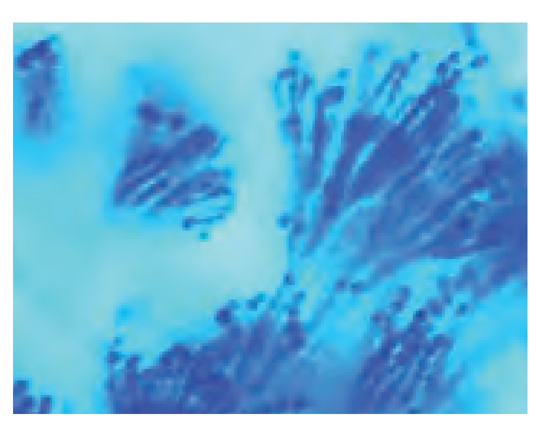


Abbildung 13: Penicillium

Symptome verantwortlich sein können. Hausstaub kann besonders reich an Sporen derartiger Schimmelpilze sein, vor allem in feuchten Wohnungen, wo sie optimale Wachstumsbedingungen vorfinden. Penicillium-Arten lieben Wärme und Feuchtigkeit. Sie gedeihen auf Obst (vor allem auf Zitrusfrüchten, Äpfeln und Pfirsichen), Brot (Brotkasten!), Käse, Mehl, Marmeladen und Fruchtsäften.

Wie Aspergillus wird auch Penicillium bei der Herstellung von einigen Käsesorten zugesetzt. Darüber hinaus findet man Penicillium-Spezies in feuchten, dunklen Weinkellern, auf Gartenerde und Laub, aber auch in Badezimmern, auf Wasserrohrleitungen, Gummidichtungen, Fensterbrettern, Kühlschränken, Tapeten, Matratzen und Polstermöbeln. Penicilliumsporen können aber auch in der Außenluft (interessanterweise häufiger in der Stadt als auf dem Lande) vorkommen.

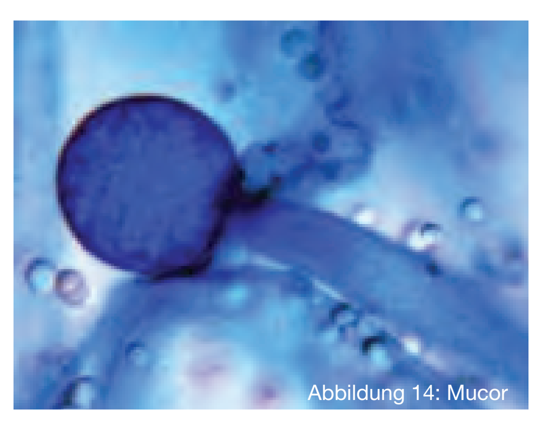
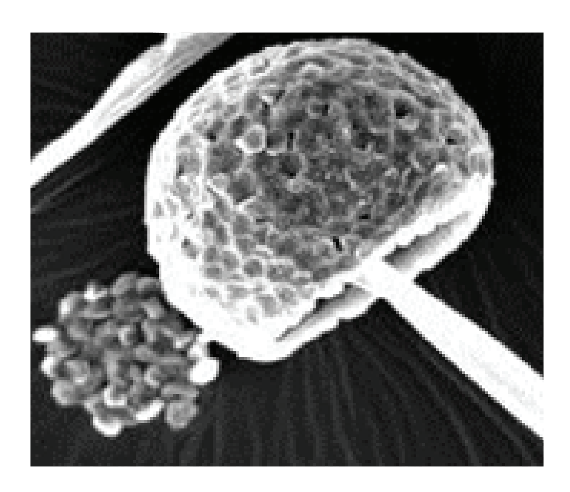


Abbildung 14: Mucor

Mucor mucedo ist wie Penicillium und Aspergillus für ganzjährige Symptome verantwortlich, da ihre Sporen häufig auch im Hausstaub nachweisbar sind. Es empfiehlt sich, den Wohnraum „staub arm" zu halten (nicht Staub saugen, sondern nass wischen!!!).

Mucor lebt auch auf allen faulenden, organischen Materialien sowie auf Ledermöbeln bzw. Lederkleidern. Von den Nahrungsmitteln bildet Brot ein ideales Medium für die Weiterverbreitung von Mucor. Beim Rasenmähen werden Mucorsporen in großer Anzahl aufgewirbelt.

Rhizopus nigricans. Die Spezies Rhizopus nigricans ist der häufigste Schimmelpilz der Mucorales oder "Nadel-Schimmel". Rhizopus-Sporen kommen in der Außenluft nicht sehr häufig vor, können jedoch in sehr feuchten Innenräumen und der Umgebung von kompostierender Vegetation sehr zahlreich sein. Er wird häufig



in aufgekochten Früchteresten gefunden. Er wächst auf unbehandelten Holzoberflächen und ist die Ursache von „Holz-Arbeiter-Krankheiten" in Sägewerken. Die Sporen werden bei heißem, trockenem Wetter abgegeben.

Im Laufe der Evolution hat der Mensch schon immer mit Schimmelpilzen Kontakt gehabt und dadurch auch verschiedene Abwehrmechanismen entwickelt, so dass die üblicherweise in unserer Umwelt vorkommenden Pilze und Sporen für einen gesunden Menschen in der Regel kein Problem darstellen. Übersteigt allerdings die Schimmelpilzkonzentration[13] ein bestimmtes Maß, wird nicht nur der Schimmelgeruch (muffig, modrig) als unangenehm wahrgenommen, es können sich auch gesundheitliche Probleme ergeben. Allergische Reaktionen, wie Schnupfen, gerötete Augen, Hautausschlag bis hin zu massiven pulmonalen Mykosen[14], welche fast ausschließlich nur bei besonders empfänglichen, meist stark immungeschwächten Personengruppen auftreten, sind durch das Einatmen von Sporen möglich.

Wie bereits eingangs erwähnt sind Schimmelpilzsporen allgegenwärtig vorhanden. Solange für Schimmelpilze jedoch kein günstiges Milieu vorliegt, können sie sich nicht vermehren. Wesentliche Voraussetzung für eine Schimmelpilzbildung oder einen mikrobiellen Befall im Inneren von Gebäuden ist die verfügbare Feuchtigkeit auf dem Untergrund, das Nährstoffangebot und die Temperatur.

Feuchtigkeit

Zeitweises oder permanentes Eindringen von Feuchtigkeit wie z.B. undichte Stellen in der Gebäudehülle (Außenwände, Dachbereich, Kellerbereich, Fundamente etc.) oder nach Defekten in wasserführenden Ver- und Entsorgungsleitungen, schadhafte Abdichtungen bei Anschlussfugen im Sanitärbereich, Wärmebrücken mit einhergehendem Tauwasserausfall oder auch Hochwasserkatastrophen schafft die besten Voraussetzungen für Schimmelpilzwachstum, besonders dann, wenn die Feuchtigkeitszufuhr über längere Zeit anhält.

Untersuchungen haben zu dem gezeigt, dass Schimmelpilzbildung bereits bei Luftfeuchten erfolgen, die noch keine Tauwasserbildung zur Folge haben. Abhängig vom Oberflächenmaterial kann demnach bereits bei relativen Luftfeuchten von ca. 80 % die Bauteiloberfläche auf dem Wege der Kapillarkondensation Feuchte aufnehmen, d.h. Schimmelpilze können bereits auf Oberflächen wachsen, die nicht sichtbar nass sind! Einige Schimmelpilzarten, wie z.B. der Aspergillus restrictus können bereits ab einer Feuchte von 71 – 75 % über dem Material wachsen.

Um wirksam eine Schimmelpilzbildung und Vermehrung zu verhindern, ist die Reduktion der Raumluftfeuchte, der Feuchte im Material und auf seiner Oberfläche von immenser Bedeutung. Entzieht man dem Schimmel eine wesentliche Lebensgrundlage wird man nachhaltig das Problem „Schimmelpilz im Innenraum" beseitigen können.

Nährstoffangebot

Schimmelpilze sind sehr anpassungsfähige und wandelbare Organismen. Der Nährstoffgehalt des Substrates ist neben der Feuchtigkeit und der Temperatur eine nicht unwesentliche Einflussgröße für Schimmelpilzwachstum.

Schimmelpilze können auf den unterschiedlichsten Materialien wie z.B. Holz, Papier, Tapeten, Tapetenkleister, Kunststoffe, Gummi, Sili-

---

[13]Zahlreiche epidemiologische Studien zu gesundheitlichen Auswirkungen durch Schimmelpilze belegen einen Zusammenhang zwischen einer Exposition der Normalbevölkerung gegenüber luftgetragenen mikrobiologischen Stoffen in der Umwelt – auch durch Feuchtigkeit sowie Schimmelbildung im Innenraum – und Atemwegsbeschwerden. In keiner dieser umweltepidemiologischen Studien konnte jedoch bislang aufgrund der vielen möglichen Einflussfaktoren eine Dosis-Wirkungsbeziehung zwischen der Konzentration an Schimmelpilzen in der Luft und den gesundheitlichen Auswirkungen aufgestellt werden. Dies bedeutet, dass es nicht möglich ist anzugeben, ab welchen Konzentrationen von Schimmelpilzen im Innenraum mit welchen Erkrankungshäufigkeiten zu rechnen ist. (2002, Umweltbundesamt Innenraumlufthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes, Leitfaden zur Vorbeugung, Untersuchung, Bewertung und Sanierung von Schimmelpilzwachstum in Innenräumen, S 10).

[14]Eine Mykose ist eine erregerbedingte Erkrankung, die durch unterschiedliche Pilze verursacht wird. Die Klinik reicht von oberflächlichen Mykosen der Haut ohne Beschwerden bis hin zu schweren systemischen Mykosen. Bei systemischen Mykosen liegt eine Beteiligung der inneren Organe vor, die bei Schwächung des Immunsystems (Immunsuppression) sogar tödlich verlaufen kann (20.03.2012 © 2003 - 2012 - DermIS - Dermatology Information System)

kon, Teppichböden, Leder, Lacke etc. aber auch auf Beton und Putzen wachsen. In der Wohnung haften sie selbst an feuchten Stellen in Badezimmern oder Duschen, wo sie sich von winzigen Seifenresten oder Hautschuppen ernähren können. Inwieweit ein Substrat zum Wachstum genutzt werden kann, hängt auch vom pH-Wert ab. Der optimale Wachstumsbereich für Schimmelpilze liegt bei einem pH-Wert von 5 und 7, insgesamt werden aber pH-Werte zwischen 2 und 11 von einzelnen Schimmelpilzen toleriert.

Was ist der pH-Wert? Der pH-Wert ist ein Maß für den sauren oder basischen Charakter einer wässrigen Lösung. Die pH-Wert-Skala geht vom Wert 0 bis Wert 14. Bei einem mittleren Wert (7) ist die Lösung neutral, bei einem geringen Wert ist sie sauer und bei einem höheren Wert ist sie alkalisch.

Reines Wasser hat einen pH-Wert von ca. 7, Mineral- und Kalkfarben einen Wert von 12 – 13, Essigsäure einen pH-Wert von ca. 2 - 3 (je nach Konzentration).

Temperatur

Die Wachstumsbedingungen der Schimmelpilze sind demnach immer an Feuchtigkeit, aber genauso an Temperaturen gebunden, wobei die unterschiedlichen Arten in einem weiten Temperaturbereich gedeihen können. Pilzarten, die in einem mittleren Temperaturbereich (Optimale Temperatur 25 – 35°C, Minimumtemperatur 0 - 5°C) wachsen, werden mesophil[15], solche die auch noch bei hohen Temperaturen (30 - 40°C) gut wachsen können, als thermotolerant bezeichnet. Liegt das Wachstumsoptimum bei hohen Temperaturen (35 - 55° C), handelt es sich um thermophile[16] Schimmelpilze.

Die Innenraumlufttemperaturen (15 - 24°C), abhängig von der Raumnutzung, liegen zumeist in einem günstigen Bereich für das Wachstum der mesophilen Schimmelpilzarten. Schimmelpilze der Arten Aspergillus, Chaetomium, Cladosporium, Penicillium und Stachybotrys kommen in Innenräumen am häufigsten vor (Frank Frössl, Mauerwerktrockenlegung und Kellersanierung, 2. Auflage, S 438).

Gesundheitsbeeinträchtigung/gefährdung

Der Arbeitskreis Innenraumluft am österreichischen Bundesministerium für Land und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft spricht in Bezug auf Schimmelpilze folgende Empfehlung aus: „Schimmelpilzwachstum im Innenraum ist in erster Linie ein hygienisches Problem und somit sollten dessen Ursachen unverzüglich beseitigt werden. Aus epidemiologischen Studien geht eindeutig hervor, dass bei Feuchteschäden und Schimmelpilzwachstum gesundheitliche Beeinträchtigen auftreten können. Diese können vor allem Atemwegbeschwerden durch allergische Reaktionen oder aber in zweiter Linie auch toxische Reaktionen mit der Vielzahl von möglichen Symptomausprägungen sein. Daher ist nach dem Vorsorgeprinzip die Belastung zu minimieren, bevor gesundheitliche Wirkungen auftreten.“[17]

Sporen und Stoffwechselprodukte von Schimmelpilzen können allergische und reizende Reaktionen bzw. Symptomenkomplexe[18] beim Menschen auslösen. Eine Schimmelpilzallergie ist eine Überempfindlichkeitsreaktion unserer Abwehrkräfte auf die Schimmelpilzsporen. Da Sporen in erster Linie eingeatmet werden, treten die Symptome meist im Bereich der Atemwege auf und sind jenen des Heuschnupfens sehr ähnlich: Fließschnupfen oder verstopfte Nase, Husten, Niesreiz, Atemprobleme sind typische

[15] Der Begriff mesophil (von altgriechisch „mittlerer“ sowie „liebend“) bezieht sich in der Biologie auf nicht extreme Umweltbebingungen, insbesondere hinsichtlich Feuchtigkeit und Temperatur.

[16] Als thermophil (von altgriechisch „warm“ sowie „liebend“) werden Lebewesen bezeichnet, die hohe Temperaturen (45 –80°C) bevorzugen. Rekordtemperaturen von über 80 °C halten nur spezielle Thermophile, sogenannte Hyperthermophile aus (80 – 120 °C).

[17] Ergänzendes Positionspapier 2 des Arbeitskreises Innenraumluft am Bundesministerium für Land und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft vom 27.03.2010, verfügbar über http;//www.umweltdaten.de/publikationen/pdf-I/2951.pdf.

[18] Eine für ein ganz bestimmtes Krankheitsbild typische Symptomengruppe wird als Symptomenkomplex bezeichnet.

Anzeichen einer allergischen Reaktion.

Gleichfalls können Schimmelpilze, jedoch nur sehr selten, Infektionen der Lunge (pulmonale Mykosen) hervorrufen. Mykosen treten fast ausschließlich bei besonders empfänglichen, stark immungeschwächten Personen (z.B. Krebspatienten nach Chemotherapie, Transplantations-Patienten, HIV-Patienten) auf, können dann aber lebensbedrohlich sein. Ausgelöst durch Innenraumbelastungen im Wohnbereich ist allerdings kaum mit einer solchen Wirkung zu rechnen.

Einige Pilzarten wie z.B. Aspergillus, Stachybotrys etc. sind auch in der Lage, Gifte (Mykotoxine) zu bilden. Inwieweit diese freigesetzten Gifte in Wohnräumen toxikologisch relevant sind, ist wissenschaftlich noch nicht ausreichend beantwortet.

Steigt man in einen feuchten, schimmelpilzbelasteten Keller hinab, kommt einem sofort ein muffig-modriger Geruch in die Nase. Dieser charakteristische Schimmelgeruch entsteht durch die flüchtigen Stoffwechselprodukte, die Schimmelpilze an die Umgebungsluft abgeben. Analog zu den flüchtigen organischen Verbindungen, die allgemein als VOC (Volatile Organic Compounds) bezeichnet werden, wurde für die von den Mikroorganismen produzierten VOC der Begriff MVOC (Microbial Volatile Organic Compounds) geprägt. Die MVOC können einem breiten Spektrum unterschiedlicher chemischer Stoffklassen zugeordnet werden (z.B. Alkohole, Terpene, Ketone, Ester, Aldehyde).

Toxische Wirkungen der MVOC sind entsprechend dem Umweltbundesamt für Mensch und Umwelt nach heutigem Kenntnisstand im Innenraum nicht relevant, da solche Wirkungen – wenn überhaupt – erst bei Konzentrationen auftreten, wie sie im Innenraum nicht erreicht werden.
Die Bestimmung der MVOC kann aber eingesetzt werden, wenn eine ungeklärte Zunahme von Allergien oder Atemwegserkrankungen in einem Wohnhaus vermutet wird, Schimmelpilze jedoch mit freiem Auge nicht erkennbar sind. Bei dieser Untersuchung sollte aber berücksichtigt werden, dass Gerüche außer von Schimmelpilzen auch von Bakterien oder anderen VOC-Emittenten (Materialien) verursacht werden können.

Was tun, wenn der Schimmel bereits vorhanden ist?

Wie bereits angeführt, benötigen Schimmelpilze u.a. Feuchtigkeit für ihr Wachstum. Um nachhaltig das Problem zu lösen, muss vorerst festgestellt werden woher die Feuchtigkeit kommt. Diese kann, wie im Kapitel 4.0 bereits ausführlich angeführt, durch zu geringes Heizen und Lüften entstehen, aber auch Defekte an wasserführenden Rohrleitungen, undichte Terrassenbeläge, kapillar aufsteigende Bodenfeuchtigkeit, Wärmebrücken in der Außenhülle und dergleichen können Auslöser für den Schimmelpilzbefall sein.

Es muss nicht gleich und in jedem Fall ein Sachverständiger mit der Suche nach der Ursache bzw. Beurteilung bemüht werden, oft reicht es aus, wenn z.B. Möbelstücke mit schimmelpilzbelasteten Rückwänden, vor allem jene mit geschlossenem Sockel, 5 besser 10 cm von Außenwänden abgerückt werden. Zudem sollten, insbesondere in jenen Fällen, bei zusätzlich angebrachten Deckenanschlussverblendungen Lüftungsöffnungen (Lüftungsgitter) sowohl im Sockel als auch in die Deckenanschlussverblendung eingebaut werden, damit Luft an der dahinterliegenden Wand zirkulieren kann.

Schimmelpilzbefall auf Silikonfugen im Badezimmer ist zumeist darauf zurückzuführen, dass nach dem Baden bzw. Duschen die nassen Wände und Fugen nicht abgetrocknet werden, das Abtrocknen durch Lüften nicht oder nicht im erforderlichen Ausmaß ausreicht und daher immer Restfeuchte bis zum nächsten Duschvorgang verbleibt. Befallene Silikonfugen entfernen, herstellen der Anschlussfuge mit speziellem Sanitärsilikon und Änderung des Nutzerverhaltens (Abtrocknen der nassen Wände und Fugen) wird das Schimmelproblem nachhaltig beseitigen.

Durchfeuchtungsschäden hervorgerufen durch defekte Rohrleitungen – sofern sie auf Putz verlegt und daher einsehbar sind – oder aber auch massive Durchfeuchtungen nach Überflutung durch Hochwasser bedürfen keiner weiteren Abklärung im Sinne der Entstehung. Die Ursa-

che ist unzweideutig und erfordert sofortiges Handeln.

Bei allen anderen, nicht so eindeutigen Schimmelpilzschäden mit größerem Umfang ist die Ursachenermittlung des Schimmelpilzbefalls und die Gefährdungsbeurteilung durch Sachverständige, die Sanierung und eine eventuelle Abnahme der Sanierungsarbeiten durch entsprechende Fachfirmen durchzuführen.

Die Ursachenfindung beginnt im Regelfall mit einer Ortsbegehung und der Feststellung, ob der hohe Feuchtegehalt aus der Luftfeuchtigkeit des Raumes stammt oder ob es sich um im Bauteil enthaltenes Wasser handelt. Wichtig ist zu bedenken, dass ein Schimmelpilzbefall prinzipiell mehrere wechselseitige oder verstärkte Ursachen haben kann. Für diese Untersuchungen stehen dem Sachverständigen zahlreiche technische Geräte (IR-Thermometer, Infrarotkamera, Feuchtemessgeräte mit Datenloggern usw.) sowie diverse Ermittlungsmethoden zur Verfügung. Mittels unterschiedlicher Erfassungsmethoden und Messungen (Abklatschprobe, Staubprobe, Luftkeimmessung, MVOC-Messung usw.) kann die Ausdehnung des mikrobiologischen Schadens bestimmt werden.

Wurde/n die Ursache/n für den Schimmelpilzbefall festgestellt, sollten die für die Beseitigung und Sanierung erheblichen Kriterien, wie z.B. Größe und Tiefe des Schimmelpilzbefalls, voraussichtliche Staub- bzw. Aerosolentwicklung bei den Sanierungsarbeiten, Möglichkeiten der technischen Staub- bzw. Aerosolreduzierung, voraussichtliche Dauer der Tätigkeit, bei großen Schäden ist es ratsam, vor der Sanierung die den Befall verursachende Schimmelpilzart zu bestimmen, da einige Schimmelpilze aufgrund ihrer Wirkung in der Literatur als besonders problematisch eingeschätzt werden, wie z.B. Aspergillus fumigatus aufgrund seiner infektiösen Wirkung, Aspergillus flavus und Stachybotrys chartarum aufgrund ihrer toxischen Wirkung, erhoben werden.

Kann eine – aus unterschiedlichen Gründen – notwendige Sanierung nicht unmittelbar nach der Ursachenfeststellung und der damit einhergehenden Sanierungsempfehlung vorgenommen werden, sollten Sofortmaßnahmen, um die weitere Gefährdung des Nutzers zu minimieren, vorgeschlagen und ergriffen werden, wie z.B. das Ablüften der Feuchte nach außen, wobei darauf zu achten ist, dass das übrige Objekt durch das Lüften nicht mit Schimmelpilzsporen belastet wird, betroffene Räume möglichst vollständig ausräumen, stark mit Schimmelpilzen befallene Räume nicht mehr benutzen, den Bereich des Befalls räumlich abtrennen (staub- und luftdicht einhausen), befallene Flächen mit Folie staub- und luftdicht abdecken etc.).

Entfernen des Schimmels

Sobald die ersten sichtbaren Schimmelpilzspuren zu erkennen sind sollte der Befall beseitigt werden. Schnelles Handeln kann massiven gesundheitlichen Beeinträchtigungen vorbeugen und auch finanziell aufwändig zu behebende Bauschäden können so verhindert werden.

Kleinere, lokal begrenzte Flächen, welche mit Schimmelpilzbefall kontaminiert sind, können auch in Eigenregie saniert werden, insbesondere jene Fälle, wo lediglich oberflächlicher Befall festgestellt wurde. Eine Arbeitskleidung, Gummihandschuhe, um den direkten Kontakt zu vermeiden, ein anschließendes Putzen der Kleidung sowie eine Körperreinigung sind anzuraten bzw. können als Selbstverständlichkeit vorausgesetzt werden.
Grundsätzlich sollten befallene Flächen nicht trocken abgerieben werden, damit die Pilzsporen nicht in der Raumluft verwirbelt werden. Glatte, geschlossene Oberflächen, wie Fliesen udgl., kann man mit einem haushaltsüblichen Reiniger abwaschen, anschließend mit 70 %igem Alkohol abreiben und den Raum gut lüften. Die Reinigungsutensilien (Wischlappen) nicht mehr weiterverwenden sondern entsprechend entsorgen. Sofern es sich um Möbelstücke handelt und eine vollständige und rückstandsfreie Schim-

Isopropanol ist eine farblose, leicht flüchtige und brennbare Flüssigkeit, die einen leicht süßlichen, bei stärkerem Einatmen stechenden Geruch, besitzt – dieser ist charakteristisch und erinnert an Krankenhäuser und Arztpraxen, da Isopropanol Bestandteil vieler Desinfektionsmittel ist. Quelle: http://de.wikipedia.org/wiki/2-Propanol

melpilzbeseitigung trotz gründlicher Reinigung nicht möglich ist, sollte das Möbel vollständig entfernt werden.

Das deutsche Umweltbundesamt als auch das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft raten von der Verwendung von Desinfektionsmitteln und fungiziden Mitteln ab, da eine Desinfektion von Innenräumen durch Sprüh- oder Vernebelungstechniken zum einen bei einer fachgerechten Sanierung nicht notwendig sind, und zum anderen Desinfektionsmittelreste oder Reaktionsprodukte eingeatmet werden können, was zu toxischen oder allergischen Reaktionen führen kann. Zur Desinfektion eignen sich nur rückstandsfreie Präparate wie z.B. Wasserstoffperoxid, Äthylalkohol oder Isopropanol.

Die Verwendung von Essigsäure wurde oftmals als Mittel der Wahl angepriesen. Essigsäure begünstigt aber die Schimmelbildung, weil der sich auf der Oberfläche einstellende pH-Wert bei Verwendung der verdünnten Lösung ca. 2,5 beträgt. Neutralisationsreaktionen mit basischem Untergrund verschieben den pH-Wert auf bis zu 8. Dieser so behandelte Untergrund ist für erneute Besiedelung mit Schimmelpilzen besonders geeignet. Allergiker und Personen mit einem geschwächten Immunsystem sollten Arbeiten zur Schimmelentfernung und Sanierung weder selbst durchführen noch sich währenddessen im selben Raum aufhalten. Vorsichtshalber sollten auch Kinder und ältere Menschen während der Arbeiten nicht in der Nähe sein.

Bei massiven Schimmelpilzschäden oder auch bei einem Befall, der in tiefere Bauteilschichten geht, sollte die Sanierung unbedingt durch entsprechende Fachfirmen durchgeführt werden. Eine fachgerechte Sanierung muss das Ziel haben, die Schimmelpilze vollständig zu entfernen. Eine bloße Abtötung reicht nicht aus, da auch von abgetöteten Schimmelpilzteilen allergische, reizende oder auch toxische Wirkungen ausgehen können.

Beseitigung der Ursachen

Ein oberflächliches Entfernen eines Befalls ohne Beseitigung der Ursachen ist, weil zu wenig nachhaltig, nicht ausreichend, da früher oder später mit einem erneuten Schimmelpilzwachstum gerechnet werden muss. Daher ist es unerlässlich, im Zuge einer Begehung die Ursachen für das Schimmelpilzwachstum abzuklären! Bauseitige Ursachen sind zu beheben! Liegt die Ursache bei einer falschen Nutzung der Räume, sind die Raumnutzer darüber aufzuklären, wie in Zukunft Schimmelpilzwachstum vermieden werden kann (siehe Kapitel 4 „Richtig Heizen. Richtig Lüften“).

Ziel muss es sein, mit minimalen bzw. vertretbaren Aufwendungen einen hohen Nutzeffekt zu erzielen. Es ist unsinnig die Wohnung in einen sterilen Raum verwandeln zu wollen. Weiterhin soll durch Sanierungsmaßnahmen die Wohnqualität nicht verringert werden und es dürfen keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen durch "chemische Keulen" auftreten (Austausch der Schimmelpilze durch Fungizide).

Wichtigste Maßnahme muss daher der Entzug beziehungsweise die Reduzierung des flüssigen und gasförmigen Wassers (Luftfeuchtigkeit) und der Nahrungssubstanz sein. Der Raum in jeder Wohnung, in der dies am schwierigsten ist, ist bekanntermaßen das Badezimmer. Hier tritt auch recht häufig Schimmelpilzbefall auf. Beim Duschen beschlagen die Fliesen an der Wand, Restwasser durchsetzt mit Seifenreste sammelt sich gern in den Silikonfugen am Rand. Oft wird nicht jedes Mal nach dem Duschen alles nachgewischt und getrocknet, das Fenster auch nicht immer geöffnet. Wenn dazu das Bad noch zum Wäschetrocknen benutzt wird, ist das Klima für Schimmelpilze geradezu ideal. Oft reichen bereits geringfügige Veränderungen in der Nutzung der Wohnung bzw. ein verändertes Lüftungsverhalten aus, um nachhaltig Schimmelpilzbildung zu vermeiden.

Schimmelpilzbefall kann aber – wie bereits in den Kapitel zuvor angeführt – im Wesentlichen überall dort entstehen, wo in ausreichendem Ausmaß Feuchtigkeit und Nährstoffangebot vorhanden ist. Liegt kapillar aufsteigende Feuchtigkeit vor, so ist eine adäquate Horizontalisolierung einzubauen. Ist das Problem auf Rohrgebrechen zurückzuführen, so muss unverzüglich eine Re-

paratur der schadhaften Rohrleitungen erfolgen. Dringt Niederschlagswasser über undichte Blechanschlüsse in den Wohnraum ein, so hat gleichfalls eine Ursachenbeseitigung durch eine fachgerechte Reparatur zu erfolgen.

Ist der Schimmelpilzbefall jedoch auf eine ungenügende Wärmedämmung z.B. der Außenwände zurückzuführen, so wird eine den Bedürfnissen angepasste Außenwärmedämmung die Lösung erster Wahl sein. Wird ein Schimmelpilzbefall festgestellt und gibt die Gebäudehülle keinen Anlass zur Kritik, auch anderweitige bauliche Gebrechen können ausgeschlossen werden, wird es notwendig sein, dass Heiz- und Lüftungsverhalten der Bewohner zu untersuchen.
Mittels entsprechender Aufzeichnungsgeräte können über Tage oder Wochen die Raumlufttemperaturen, die Luftfeuchtewerte etc. erfasst und ausgewertet werden.

Zeigt die Auswertung, dass das Nutzerverhalten mit dem Schimmelpilzbefall in einem ursächlichen Zusammenhang steht, so ist der Wohnraumnutzer dahingehend aufzuklären, wie künftighin die Räumlichkeiten zu beheizen bzw. zu lüften sind. Ist dies z.B. aus beruflichen Gründen nicht möglich, sollte überlegt werden, welche technischen Maßnahmen (Entfeuchtungsgeräte, zusätzliche Erwärmung problematischer Bereiche durch elektr. Heizungen, Einbau sorptionsfähiger Baustoffe, Erneuerung von Anstrichen mit Kalk – bzw. Silikatfarben usw.) ergriffen werden können.

Es gibt viele neuere Entwicklungen von Anstrichen, die z.B. durch ihre strukturellen Eigenschaften Kondenswasser an der Oberfläche reduzieren und/oder die Oberflächentemperatur der Wand erhöhen und so einem Schimmelpilzbefall vorbeugen sollen.

Kurzfristig können im Zuge der Sanierung Lüftungsgeräte eingesetzt werden. Mit ihnen erzielt man eine kontrollierte Be- und Entlüftung. Der Einsatz von Entfeuchtungsgeräten (Kondensationstrockner) ist in der Regel erst nach Behebung der Feuchtigkeitsursache sinnvoll.
Wenn es sich um geringe aufsteigende oder seitlich ins Mauerwerk eindringende Feuchtigkeit handelt, kann durch Erwärmen von befallenen Stellen die Mauerfeuchte schneller abgetrocknet werden. Eine höhere Wandtemperatur kann durch Beheizen der Mauer erreicht werden. Kurzfristige Beheizung durch Heizstrahler oder das Verlegen von Heizungsrohren in die Wand bzw. Installation einer Sockelleistenheizung oder Wandheizung sind mögliche Lösungen.

7.0. LITERATURVERZEICHNIS

Umweltbundesamt, Innenraumhygiene, Fachgebiet II 1.4, Mikrobiologie (August 2006), Hilfe! Schimmel im Haus – Ursachen – Wirkungen – Abhilfe, http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/2227.pdf

Umweltbundesamt, Innenraumlufthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes (2002), Leitfaden zur Vorbeugung, Untersuchung, Bewertung u. Sanierung von Schimmelpilzwachstum in Innenräumen http://www.apug.de/archiv/pdf/Schimmelpilze_Leitfaden.pdf

Umweltbundesamt, Innenraumlufthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes (2005), Leitfaden zur Ursachensuche und Sanierung bei Schimmelpilzwachstum in Innenräumen („Schimmelpilzsanierungs-Leitfaden") http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/2951.pdf

Köneke Rolf, Achtung Schimmelpilze! Wie man dem Schimmelpilz in Haus und Heim zu Leibe rückt, Medienverlag Rolf Köneke, Buschrosenweg 31, D 22177 Hamburg

Dipl. Ing. Karl Seiffert (3. Auflage 1982), Wasserdampfdiffusion im Bauwesen, Ein Leitfaden zur Verhütung von Bauschäden durch diffusionstechnisch einwandfreie Baukonstruktionen, Bauverlag GmbH, Wiesbaden und Berlin, ISBN 3-7625-2048-8

Frank Frössel (2. Durchgesehene Auflage 2002), Mauerwerkstrockenlegung und Kellersanierung, Fraunhofer IRB Verlag, Fraunhofer – Informationszentrum Raum und Bau IRB, ISBN 3-8167-6126-7

Stadt Remscheid, Die Oberbürgermeisterin, Umweltamt, Elberfelder Str. 36, 42853 Remscheid (September 2006), Tipps zum richtigen Lüften und Heizen, http://www.remscheid.de/leben/medienpool/dokumente020/1.31.5_LueftenHeizen.pdf

Ao. Univ.-Prof. DDr. Peter Kautsch, TU Graz, Institut für Hochbau und Bauphysik (09/2007), Bauphysik Vorlesungsunterlage (Grundlagen der Bauphysik), BauphysikKautsch-Skriptum-Text-092007-PV.pdf

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung: V/2, V/4, (08/2010), Richtig heizen mit Holz, http://www.lebensministerium.at/publikationen/forst/holz/richtig_heizen_mit_holz.html

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (03/2010), Positionspapier zu Schimmelpilzen in Innenräumen, http://www.lebensministerium.at/umwelt/luft-laerm-verkehr/luft/innenraumluft/positionspapiere.html

Priv. Doz. Dr. Katja Sterflinger, Universität für Bodenkultur (BOKU), Department für Biotechnolo-gie (05/2006), Baubiologie und Schimmelpilze in Innenräumen, http://www.biotec.boku.ac.at/acbr-schimmelpilze.html

Waldwirtschaftsgemeinschaft CARNICA REGION ROSENTAL (Abrufdatum: 02.03.2012), Um-welt-freundliches und richtiges Heizen mit Holz, http://www.carnica-holz.at

Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken e.V. an der TU Berlin (12/2007), Feuchte im Bauwerk – Ein Leitfaden zur Schadensvermeidung, http://www.bbsr.bund.de/nn_993144/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BMVBS/Abgeschlossen/KostenguenstigQualitaetsbewusstBauen/Downloads/FeuchteBauwerk,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/FeuchteBauwerk.pdf

Energie und Umweltagentur Niederösterreich „die Umweltberatung“ (12/2011), Modern heizen komfortabel & zukunftssicher,
http://images.umweltberatung.at/htm/modern_heizen_broschuere_energieberatung.pdf

Österreichischer Biomasseverband (03/2006), Heizen mit Holz, Ökoenergie 62b/März 2006
Energie Tirol (03/2011), Komfortlüftungen – Gesund, komfortabel und energieeffizient wohnen,
http://www.komfortlüftung.at/fileadmin/komfortlueftung/EFH/ET_Broschuere_Komfortlueftungen.pdf

Pschyrembel Medizinisches Wörterbuch, Sonderausgabe Pschyrembel Klinisches Wörterbuch, 257. Auflage (09/1993), ISBN 3-933203-04-X

Dr. Ing. Heinz-Jörn Moriske, (10/2006), Schimmel, Fogging und weitere Innenraumprobleme – Können wir in Zukunft noch „gesund“ wohnen und arbeiten? Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB, Fraunhofer IRB Verlag, 2007.

Verein für Konsumenteninformation (1998), Allergien – Risiken, Reize, Chancen, Konsument Extra, Österreichische Ausgabe ISBN 3-901359-34-6.

Verein für Konsumenteninformation (2002), Wohnen ohne Gift - Sanieren, renovieren und einrichten, Stiftung Warentest, Ausgabe für Österreich ISBN 3-901359-97-4

GEALAN-Anwendungstechnik (2001), Praxishandbuch Nr. 1 – Raumlüftung, Lüftungsfenster auf dem Prüfstand, 5. Auflage, D-95145 Oberkotzau, www.gealan.de

Karl-Franzens-Universität Graz – Umweltsystemwissenschaften (2006), Niedrigenergie- und Passivhaus Berichte aus den Umweltsystemwissenschaften, 2006/01, März 2006, Interdisziplinäres Praktikum (Bakkalaureats-Studium),
http://www.uni-graz.at/usw1www_0506_4_passivhaus_endbericht.pdf.

Bundesamt für Energie BFE (2002), U-Wert-Berechnung und Bauteilekatalog für Neubauten, Vertrieb: BBL, Vertrieb Publikationen, 3003 Bern, www.bbl.admin.ch/bundespublikationen BBL, Bestellnummer: 805.150 d / 8.02 / 10 000

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

TABELLENVERZEICHNIS

Kammer für Arbeiter und Angestellte für Niederösterreich

noe.arbeiterkammer.at

SERVICENUMMER .... 05 7171 oder 01 58883-0

ÖFFNUNGSZEITEN
Mo bis Do 8 bis 16 Uhr, Fr 8 bis 12 Uhr

ZENTRALE, 1060 Wien, Windmühlgasse 28 .... **DW 1110**

23x in Niederösterreich für Sie vor Ort
3300 Amstetten, Wiener Straße 55 .... **DW 5150**
2500 Baden, Elisabethstraße 38 .... **DW 5250**
2230 Gänserndorf, Wiener Straße 7a .... **DW 5350**
3950 Gmünd, Weitraer Straße 19 .... **DW 5450**
2410 Hainburg, Oppitzgasse 1 .... **DW 5650**
2020 Hollabrunn, Brunnthalgasse 30 .... **DW 5750**
3580 Horn, Spitalgasse 25 .... **DW 5850**
2100 Korneuburg, Gärtnergasse 1 .... **DW 5950**
3500 Krems, Wiener Straße 24 .... **DW 6050**
3180 Lilienfeld, Pyrkerstraße 3 .... **DW 6150**
3390 Melk, Hummelstraße 1 .... **DW 6250**
2130 Mistelbach, Josef-Dunkl-Straße 2 .... **DW 6350**
2340 Mödling, Franz-Skribany-Gasse 6 .... **DW 6450**
2334 Vösendorf, SCS, Bürocenter B1/1A .... **DW 7050**
2620 Neunkirchen, Würflacher Straße 1 .... **DW 6750**
3100 St. Pölten, Gewerkschaftsplatz 2 .... **DW 7150**
3270 Scheibbs, Burgerhofstraße 5 .... **DW 6850**
2320 Schwechat, Sendnergasse 7 .... **DW 6950**
1300 Flughafen-Wien, Objekt 103, Top A325 ...... **DW 7950**
3430 Tulln, Rudolf-Buchinger-Str. 27-29 .... **DW 7250**
3830 Waidhofen/Thaya, Thayastraße 5 .... **DW 7350**
2700 Wr. Neustadt, Babenbergerring 9b .... **DW 7450**
3910 Zwettl, Gerungser Straße 31 .... **DW 7550**

Fragen und Antworten rund um die Uhr.



AK-App
noe.arbeiterkammer.at/app



Facebook
www.facebook.com/AK.Niederoesterreich



Broschüren
noe.arbeiterkammer.at/broschueren



YouTube
www.youtube.com/aknoetube

E-Mail: konsumentenberatung@aknoe.at oder mailbox@aknoe.at
Arbeits- und Sozialrecht .... **DW 1717**
Konsumentenberatung .... **DW 1616**
Bildungsberatung .... **DW 1818**
Lehrlingsberatung .... **DW 1106**
Steuerrecht .... **DW 1105**



Österreichischer Gewerkschaftsbund, Landesorganisation Niederösterreich,
1060 Wien, Windmühlgasse 28, Tel: 01 5862154

IMPRESSUM: Herausgeber, Medieninhaber und Redaktion: Kammer für Arbeiter und Angestellte für Niederösterreich
1060 Wien, Windmühlgasse 28, Tel. 01 58883-0. Hersteller: Eigenvervielfältigung

